

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

**PERSPECTIVAS E ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DA EDUCAÇÃO
EM ENGENHARIA DE MATERIAIS BRASILEIRA**

Leonardo Pollettini Marcos

São Carlos — SP

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

**PERSPECTIVAS E ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DA EDUCAÇÃO
EM ENGENHARIA DE MATERIAIS BRASILEIRA**

Leonardo Pollettini Marcos

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciência e En-
genharia de Materiais como requisito parcial à
obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E
ENGENHARIA DE MATERIAIS

Orientador: Prof. Dr. Daniel Rodrigo Leiva

Agência Financiadora: CAPES – Processo 88887.334673/2019-00

São Carlos — SP

2020

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos alunos passados, presentes e futuros dos cursos de engenharia de materiais no Brasil.

VITAE DO CANDIDATO

Bacharel em Engenharia de Materiais pela UFSCar (2017)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais

FOLHA DE APROVAÇÃO

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Leonardo Pollettini Marcos, realizada em 10/09/2020.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Daniel Rodrigo Leiva (UFSCar)

Profa. Dra. Lidiane Cristina Costa (UFSCar)

Prof. Dr. Vanderli Fava de Oliveira (UFJF)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Fátima e Edilson, e ao meu irmão, Gustavo, por sempre entenderem, apoiarem e incentivarem meu desejo em prosseguir nos estudos.

Agradeço ao Cassio, por seu apoio e suporte incondicional, incontáveis conversas e companheirismo, que me ajudaram a chegar até aqui.

Agradeço aos meus amigos Gabriel e Pedro, por proporcionarem alguns dos melhores momentos que vivi durante estes anos, que se tornaram algumas de minhas memórias mais preciosas.

Agradeço ao meu orientador, Daniel. Mais do que simplesmente por aceitar me orientar em uma área que lhe é totalmente nova, mas de total encontro aos seus ideais, também por todo o suporte que me proporcionou nesta jornada, e pelas incontáveis oportunidades de expandir e fortalecer a minha formação acadêmica e profissional em formas que não imaginei antes.

Agradeço ao Bráulio e à Vera, que foram duas pessoas fundamentais durante a minha estadia no NIT, e que com toda a certeza me alimentaram com feedback inestimável para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho, bem como a todos os outros colegas do NIT e do DEMa que, de alguma forma, contribuíram com este resultado.

Agradeço aos meus colegas e amigos do Engenheiros Sem Fronteiras Núcleo São Carlos, por ajudarem a direcionar outra parte dos meus esforços em colocar a engenharia à disposição da sociedade.

Agradeço aos meus colegas e amigos da ABENGE Estudantil, que me ensinaram e me ajudaram a promover a participação estudantil em discussões e transformações na educação em engenharia.

A todos os meus amigos que fizeram parte dessa jornada de alguma forma.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos sob processo de número 88887.334673/2019-00.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A educação em engenharia (EE) se expandiu no Brasil nas últimas décadas, e ao longo dos últimos anos, algumas críticas à formação em engenharia no país ganharam destaque. Políticas foram instauradas para incentivar mudanças na EE brasileira, notavelmente uma reformulação das Diretrizes Curriculares Nacionais, e financiamento da CAPES para projetos de modernização de cursos de graduação. Naturalmente, esses aspectos se aplicam também à engenharia de materiais (EMa). Sob esse contexto, este trabalho objetivou identificar pontos de melhoria na atual formação em EMa na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e no Brasil, investigar e elaborar um panorama sobre a pesquisa mundial em EE e interligar os pontos identificados com as principais instituições do mundo que as pesquisam, resultando em uma visão sobre parcerias estratégicas para a melhoria dos cursos de EMa. Para tanto, foi realizada uma bibliometria de publicações científicas em EE e foram tratados dados públicos, incluindo o histórico de alunos do curso de EMa da UFSCar, os resultados do Questionário do Estudante de 2017 e os resultados da avaliação interna de cursos da UFSCar realizada pela Comissão Própria de Avaliação em 2017. Foram constatados, dentre outros, os seguintes pontos de melhoria: a baixa variabilidade de métodos de ensino e avaliação empregados, a falta de apoio estudantil, a baixa presença feminina, e o baixo desenvolvimento de competências comportamentais. Com relação à pesquisa mundial em EE, foi constatado que os EUA concentram a maior parte da produção mundial, destacando-se como referência na área, e que há uma extensa variedade de assuntos investigados pela comunidade científica de EE. Por fim, constatou-se que algumas instituições configurariam parcerias estratégicas apenas para determinados assuntos, enquanto outras — notavelmente Purdue University e Virginia Tech, ambas estadunidenses — se configuraram como parcerias de interesse em todos os aspectos considerados, devido à abrangência e representatividade de sua pesquisa.

Palavras-chave: Ciência e engenharia de materiais; Ensino superior; Avaliação de curso; Questionário; Bibliometria.

ABSTRACT

PERSPECTIVES AND STRATEGIES FOR IMPROVING MATERIALS ENGINEERING EDUCATION IN BRAZIL

Engineering Education (EE) has greatly expanded in Brazil over the last decades and, over the last few years, some criticisms to the Brazilian EE started to gain traction. A reform to the national guidelines for engineering curricula, as well as financial support by CAPES for selected institutional projects targeting the improvement of engineering education were issued as national policies. Naturally, all these aspects extend to Materials Science and Engineering (MSE) education as well. Considering this context, this dissertation focused on identifying the current shortcomings of MSE education in Brazil and at the Federal University of São Carlos (UFSCar), on constructing an overview about the state of EE research around the world and on connecting these shortcomings to the institutions that research them, resulting on a strategic overview of partnerships that would particularly benefit MSE education in Brazil. In order to do so, bibliometrics were employed, and public data from the *Questionário do Estudante*, UFSCar's students and internal quality evaluations were investigated. It was verified that the current shortcomings include, among other aspects: the lack of variety on the instructional and assessment methods employed by institutions, the lack of student support, low female representation and a low development of soft skills. On the worldwide research on EE topics, it was verified that the US is the country with the largest scientific output on the field and should be recognized as an international reference, and that there is a wide breadth of topics covered by EE research. Finally, a few institutions were identified for strategic partnerships on a few specific topics, while other institutions presented themselves as strategic for any of the topics related to the shortcomings, due to their great scientific output in the field — notably Purdue University and Virginia Tech, both US-based.

Keywords: Materials science and engineering; Higher education; Program evaluation; Survey; Bibliometrics.

PUBLICAÇÕES ORIGINADAS DESSA DISSERTAÇÃO

MARCOS, L. P.; LEIVA, D. R. ENADE: uma comparação entre a visão dos coordenadores de curso e dos discentes de engenharia de materiais no Brasil. *In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 2019, Fortaleza, CE. **Anais** [...]. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019

MARCOS, L. P.; LEIVA, D. R. Indicadores bibliométricos de publicações sobre educação em engenharia. *In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 2019, Fortaleza, CE. **Anais** [...]. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019

SUMÁRIO

FOLHA DE APROVAÇÃO	i
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
PUBLICAÇÕES ORIGINADAS DESSA DISSERTAÇÃO	ix
SUMÁRIO	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE QUADROS	xvii
ÍNDICE DE TABELAS	xix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES	xxi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
2.1 A engenharia no Brasil	5
2.1.1 A demanda por mais engenheiros no século XXI	5
2.1.2 A expansão da formação de novos profissionais em engenharia	8
2.1.3 A identificação de pontos de melhoria na educação em engenharia brasileira.....	11
2.2 Análise de documentação pública	13
2.2.1 Legislação para formação em engenharia	13
2.2.2 Legislação para o exercício profissional	21
2.2.3 Indicadores de qualidade para o ensino superior	23
2.3 Ciência de educação em engenharia	27
2.3.1 O histórico da educação em engenharia como área acadêmica	27
2.3.2 Categorização para pesquisas de educação em engenharia	29
2.4 Indicadores bibliométricos	31

3 OBJETIVOS.....	35
4 MÉTODOS.....	37
4.1 Trabalho com dados públicos.....	38
4.1.1 Estrutura de análise dos questionários	40
4.1.2 Indicadores para o questionário do estudante	41
4.1.3 Indicadores para o questionário da comissão própria de avaliação	42
4.2 Bibliometria.....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
5.1 Perfil dos discentes da engenharia de materiais da UFSCar	53
5.1.1 Participação feminina no curso	53
5.1.2 Evasão no curso	56
5.1.3 Tempo médio de conclusão do curso	64
5.1.4 Perfil de ênfases dos formados.....	65
5.1.5 Tópicos discutidos em termos da EERT	68
5.2 Avaliação CPA da EMa/UFSCar na visão de docentes e discentes	70
5.2.1 Os métodos de ensino e avaliação no curso de engenharia de materiais da UFSCar.....	70
5.2.2 Opiniões gerais dos discentes e docentes.....	73
5.2.3 Participação discente nas atividades extracurriculares.....	86
5.3 Avaliação dos cursos de EMa pelo questionário do estudante na visão de discentes e coordenadores de curso	89
5.4 A pesquisa em EE no mundo	97
5.4.1 Um panorama da produção mundial.....	97
5.4.2 As ideias exploradas pela comunidade científica de educação em engenharia	103

5.5 Prospecção de parcerias a partir das necessidades brasileiras e da UFSCar.....	110
5.5.1 Os objetivos do “Movimenta Materiais”	110
5.5.2 As necessidades brasileiras em termos da taxonomia de pesquisa em EE	114
5.5.3 A interface entre as necessidades e a pesquisa para parcerias em potencial.....	115
6 CONCLUSÕES.....	121
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	125
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
APÊNDICE A: CATEGORIZAÇÃO DAS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DO ESTUDANTE DO ENADE 2017.....	139
APÊNDICE B: CATEGORIZAÇÃO E EQUIVALÊNCIA DAS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DA CPA DE 2017	143
APÊNDICE C: THESAURUS DE TERMOS DA TAXONOMIA DE PESQUISA EM EE.....	155
APÊNDICE D: CLASSIFICAÇÕES DAS INSTITUIÇÕES QUE PESQUISAM EE NAS CATEGORIAS ESTRATÉGICAS	169
ANEXO A: ENGINEERING EDUCATION RESEARCH TAXONOMY	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Pirâmide etária de profissionais em engenharia atuantes no mercado de trabalho formal para os anos de 2000 e 2009. Retirado de ²⁸	6
Figura 2-2: Porcentagem dos engenheiros formados no Brasil requeridos em posições de engenharia pelo mercado de trabalho formal projetados a partir de 2010 para diferentes cenários de crescimento econômico. Retirado de ²⁸	7
Figura 2-3: Crescimento da oferta de cursos de engenharia no Brasil por instituições públicas e privadas. Adaptado de ⁵	9
Figura 2-4: Evolução no número de cursos de engenharia de materiais no Brasil. Elaborado pelo autor com base em dados da base e-MEC ¹¹	11
Figura 4-1: Exemplo de consulta na base de relatórios do ENADE, incluindo parte dos resultados para uma consulta referente ao ano de 2017 para a UFSCar.	39
Figura 4-2: Método de agrupamento do thesaurus.	49
Figura 5-1: Porcentagem de pessoas do sexo feminino que prestaram o ENADE 2014 e o ENADE 2017 em diferentes especialidades de engenharia. Retirado de ⁸⁰	55
Figura 5-2: Quantidade de vínculos encerrados com a UFSCar de acordo com a quantidade de períodos cursados integral ou parcialmente no curso de engenharia de materiais até a perda do vínculo. Separado por tipo de encerramento de vínculo.	60
Figura 5-3: Evolução do número de formados em cada ênfase do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar de acordo com o ano de ingresso no curso.	68
Figura 5-4: Evolução da quantidade de publicações sobre educação em engenharia ao longo dos 30 últimos anos de informações consolidadas.....	98
Figura 5-5: Número de publicações sobre educação em engenharia por nacionalidade do(s)/da(s) autor(es)/autora(s).	99

Figura 5-6: Rede de colaboração entre os 20 países com as maiores produções acadêmicas sobre educação em engenharia.	100
Figura 5-7: Evolução do número de publicações sobre educação em engenharia por quadriênios para os cinco países mais representados. Os dados para o Brasil são apresentados para finalidades comparativas.	101
Figura 5-8: Rede de co-ocorrência dos termos de 2º nível da taxonomia de pesquisa em EE que ocorreram em ao menos 2% da amostra, coloridas de acordo com a categoria de 1º nível à qual pertencem.....	105
Figura 5-9: Rede de co-ocorrência dos termos de 2º nível da taxonomia de pesquisa em EE, codificados por cor de acordo com a média ponderada dos anos de publicação dos artigos de cada categoria.....	109
Figura 5-10: Rede de co-ocorrência entre termos da EERT identificados como de interesse para EMA (em azul) e as 20 instituições de maior produção científica em EE no mundo (em laranja).	116

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2-1: Comparação entre as competências esperadas dos egressos nas DCNs de 2002 e 2019 para cursos de engenharia. Organizado pelo autor. Em azul estão os subitens similares entre as duas versões. Em vermelho estão os subitens sem correspondência entre as duas versões ou com adições substanciais.....	16
Quadro 2-2: Itens que designam as atividades que competem a um profissional em engenharia segundo resolução do CONFEA ⁴⁷ . Cada especialidade de engenharia especifica determinados itens (geralmente todos os 18) aplicados às suas áreas específicas.....	21
Quadro 4-1: Categorizações para perguntas de satisfação sobre cursos de engenharia de materiais.....	41
Quadro 4-2: Classificação das perguntas do questionário da CPA de acordo com tipo de escala utilizada, e padrão de idealidade.....	43
Quadro 4-3: Evolução da expressão de busca utilizada na base Engineering Village.....	47
Quadro 5-1: Assuntos abordados na discussão sobre o histórico de discentes, e os termos correspondentes na EERT.....	69
Quadro 5-2: Assuntos abordados na discussão sobre os resultados do questionário aplicado pela CPA à comunidade do curso de EMA, e os termos correspondentes na EERT.....	88
Quadro 5-3: Assuntos abordados na discussão sobre os resultados do Questionário do Estudante (ENADE 2017) aplicado aos alunos de cursos de EMA em todo o Brasil, e os termos correspondentes na EERT.....	97
Quadro 5-4: As dez instituições com mais publicações sobre educação em engenharia, e suas relações acadêmicas com a área.....	102
Quadro 5-5: Textos das categorias do PIM submetido à CAPES pelo curso de EMA da UFSCar, analisadas de acordo com suas temáticas e termos equivalentes na EERT.....	111

Quadro 5-6: Classificação dos objetivos do PIM submetido à CAPES, e suas classificações na EERT..... 112

Quadro 5-7: Os termos de segundo nível da taxonomia de pesquisa em EE identificados como de interesse aos cursos de EMa, de acordo com a categoria primária à qual pertencem..... 114

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2-1: Número de ingressantes/concluintes dos cursos de engenharia no Brasil, recuperados através das Sinopses Estatísticas da Educação Superior ³³ e organizados pelo autor. Os valores combinam cursos presenciais e cursos à distância.....	10
Tabela 5-1: A participação feminina na Engenharia de Materiais da UFSCar (total de pessoas).....	54
Tabela 5-2: Visão temporal das razões para perda de vínculo com a UFSCar para alunos da Engenharia de Materiais, de acordo com quinquênios de ingresso.....	59
Tabela 5-3: Tempo médio de conclusão do curso, em semestres (por ano de ingresso para formados).	64
Tabela 5-4: Total de graus concedidos pelo curso de EMa da UFSCar por quinquênio de ingresso e ênfase.....	66
Tabela 5-5: Classificação em ordem crescente de média para os itens da pergunta “Aponte com que frequência utiliza os seguintes procedimentos didáticos [de ensino]”, aplicada somente a docentes.	71
Tabela 5-6: Classificação em ordem crescente de média para os itens da pergunta “Aponte com que frequência utiliza os seguintes procedimentos didáticos [de avaliação]”, aplicada somente a docentes.	73
Tabela 5-7: Os 15 itens de menores e maiores médias para os questionários aplicados a alunos e docentes pela CPA da UFSCar. Nesta tabela só constam itens do tipo escala em 5 níveis.	74
Tabela 5-8: Classificação das perguntas da Tabela 5-7 com relação às categorias propostas. Aqui constam as perguntas feitas aos alunos.	76
Tabela 5-9: Classificação das perguntas da Tabela 5-7 com relação às categorias propostas. Aqui constam as perguntas feitas aos docentes.	83
Tabela 5-10: Fração de alunos respondentes que participaram de atividades extracurriculares específicas, de acordo com resultados da questão 5 do questionário da CPA aplicado aos discentes.	87

Tabela 5-11: Resultado dos indicadores elaborados para cada pergunta da segunda seção do questionário do estudante do ENADE 2017 para os cursos de engenharia de materiais de instituições públicas brasileiras. A pergunta 33 não foi respondida pelos coordenadores de curso..... 91

Tabela 5-12: Categoria das perguntas que estão entre os 10 maiores e menores somatórios de D_P . Entre parênteses se encontram os números das perguntas classificadas. 92

SÍMBOLOS E ABREVIações

ABENGE — Associação Brasileira de Educação em Engenharia

ACIEPE — Atividade Curricular de Integração entre Ensino, Pesquisa e Extensão

ASEE — *American Society for Engineering Education* (Associação Americana de Educação em Engenharia)

CNI — Confederação Nacional da Indústria

CONFEA — Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CPA — Comissão Própria de Avaliação

CREA — Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DCNs — Diretrizes Curriculares Nacionais, neste texto sempre se referindo às diretrizes específicas dos cursos de engenharia

DEMa — Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar

EE — Educação em Engenharia

EERT — *Engineering Education Research Taxonomy* (Taxonomia de Pesquisa em Educação em Engenharia)

EMa — Engenharia de materiais

ENADE — Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

IES — Instituição de Ensino Superior

IFES — Instituições Federais de Ensino Superior

MEC — Ministério da Educação

MEI — Mobilização Empresarial pela Inovação

PROUNI — Programa Universidade para Todos

REUNI — Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

SEFI — *Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs* (Associação Europeia de Educação em Engenharia)

SiSU — Sistema de Seleção Unificada

STEM — *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática)

UFSCar — Universidade Federal de São Carlos

1 INTRODUÇÃO

O início do ensino formalizado das ciências que constituem a engenharia foi inicialmente dado, no Brasil, pela criação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho no Rio de Janeiro, em 1792, que passou por inúmeras mudanças em sua estrutura e em seu nome, sendo reconhecida hoje como a Escola Politécnica da UFRJ ^{1,2}. Permeado de abordagens militares, os cursos de engenharia eram largamente voltados a aplicações hoje associadas à Engenharia Civil, e, de acordo com a lei que instituiu o curso, desde aquela época, o processo de aprendizagem não deveria ser restrito apenas a abordagens teóricas, sendo necessárias aplicações de campo: “Os lentes^a serão obrigados a sair ao campo com seus discípulos, para exercitar na prática da operação que nas aulas lhe ensinam” ⁴.

Com o crescimento da colônia, o surgimento de novas necessidades, e o avanço da ciência e aplicações tecnológicas no mundo, novas escolas e modalidades de engenharia foram inauguradas no Brasil. No século XIX, notavelmente, houve o início da desmilitarização do ensino de engenharia no país, e, mais ao final do período, a criação de mais instituições que ofereciam formação em engenharia, como a Escola de Minas de Ouro Preto, a Politécnica de São Paulo, a Escola de Engenharia de Pernambuco, a Escola de Engenharia Mackenzie, a Escola de Engenharia de Porto Alegre, e a Politécnica da Bahia ⁵. A partir do século XX, mantendo esse padrão de expansão, as escolas de engenharia chegaram a muitas regiões do país, e, especialmente na década passada, a oferta de cursos de engenharia se expandiu consideravelmente, tanto em iniciativa privada quanto pública ⁵.

Dentre algumas das novas modalidades que surgiram a partir dos anos 1960, está a engenharia de materiais. No caminho entre uma ideia ou projeto de um produto e a sua definitiva finalização e uso, estão os materiais. Dentro desse contexto, é necessário entender como adequadamente selecionar os materiais

^a Lente é empregado neste contexto com o sentido de “professor universitário” ³.

a serem utilizados, e como garantir – através da sua composição química e processamento – que apresentarão as propriedades e o desempenho necessários para que tal produto funcione; e é esse o papel do engenheiro de materiais ⁶. Frequentemente, desafios relacionados a materiais e processos de fabricação são barreiras para melhoria de aplicações atuais tanto em perspectiva técnica ⁷ quanto ambiental ⁸, e, portanto, a ciência e engenharia de materiais é uma área de conhecimento que muito pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico de uma nação.

No Brasil, foi na Universidade Federal de São Carlos, no momento de sua fundação, que essa especialidade teve início, com a primeira turma ingressando no ano de 1970 ⁹. A partir daí, foram vários anos de luta por parte da comunidade do curso para o reconhecimento formal dessa especialidade de engenharia pelo CONFEA — que se deu em 1976 ¹⁰ — e pela consequente expansão da oferta dessa especialidade para outras universidades brasileiras, com o segundo e o terceiro cursos de engenharia de materiais surgindo em 1979 e 1990 ¹¹, respectivamente. Atualmente, a especialidade já está consolidada no cenário brasileiro, pois já são oferecidos mais de 50 cursos de graduação em engenharia de materiais no país ¹¹.

Recentemente, no Brasil, a indústria levantou questionamentos a respeito das formações em engenharia. Em 2015, a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI, parte da Confederação Nacional da Indústria, CNI), destacou aspectos incômodos sobre os cursos de engenharia do país, notavelmente, a necessidade de se incorporar o desenvolvimento de habilidades comportamentais nos cursos, maior integração entre universidade e indústria, e a necessidade de se atacar o problema de evasão^b ¹².

Em 2016, a MEI publicou uma coleção de volumes que examinam os diversos aspectos que impactam na inovação da indústria brasileira. Dentre eles, há

^b Neste texto, entende-se evasão como a perda de vínculo entre o/a estudante e a universidade em que estava matriculado (exceto, claro, no caso em que o/a estudante conclui o curso).

um volume que trata especificamente de recursos humanos, com um grande enfoque na área de engenharia. Este documento destaca, novamente, aspectos que vieram à tona na publicação de 2015, bem como a necessidade de novas políticas públicas para contornar os problemas de evasão, reformulação curricular, pouca ênfase na formação profissional, e estagnação de métodos de ensino-aprendizagem para os cursos de engenharia ^{5, 13}.

Na mesma época, porém, acadêmicos também já traziam à tona alguns aspectos dos cursos de engenharia brasileiros que poderiam ser melhorados, investigando até formas de trazer tais melhorias. Alguns dos aspectos que se destacam na literatura da época são as taxas de evasão estudantil (consideradas altas) ^{5, 14}, o desenvolvimento de competências não-técnicas ¹⁵, e os benefícios de se fomentar a formação docente aos professores de engenharia ¹⁶.

Com base nessas percepções, iniciou-se um movimento por parte de diferentes órgãos no Brasil lutando em prol de uma modernização da educação em engenharia no país. Uma equipe com membros da MEI, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), em concordância com a Câmara de Educação Superior (CES) e o Conselho Nacional de Educação (CNE), elaborou uma nova proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia, atualizadas pela última vez em 2002. Essa proposta igualava a importância entre formação de competências e formação técnica, estimulando a utilização de métodos de ensino inovadores, valorização do corpo docente, entre outras medidas de diferenciação da atual realidade ¹⁷. Tal proposta foi divulgada no início de 2018 e aprovada em janeiro de 2019 ¹⁸, estando em efeito no momento de publicação desta dissertação.

Além da nova proposta supracitada, a CAPES, em conjunto com a comissão Fulbright, lançou, em 2018, um edital para modernização da educação superior em nível de graduação, focado em cursos de engenharia para esta primeira edição ¹⁹. Tal edital tem como objetivo aproximar instituições de ensino superior brasileiras e estadunidenses para intercâmbio de planejamento e formulação curricular, métodos de ensino e gestão de cursos. Dessa forma, é almejada uma

abordagem de educação em engenharia mais moderna, a partir do estabelecimento das instituições participantes como referências nacionais com difusão dessas práticas para instituições não agraciadas.

Foram aprovados 8 projetos de diferentes modalidades de engenharia, com duração entre os anos de 2019 e 2026, dentre os quais encontra-se o curso de engenharia de materiais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) ²⁰, reconhecido por seu pioneirismo ²¹ e excelência ²². O projeto em execução na UFSCar recebeu o nome-fantasia de “Movimenta Materiais”.

Dentro desta conjuntura de modernização do ensino da engenharia no Brasil, este trabalho busca contextualizar a atual formação de engenheiros de materiais no país, com ênfase na UFSCar, fornecendo uma visão estratégica para futuras mudanças nos cursos desta modalidade. Para tal, foram elaborados e analisados indicadores para a educação considerando: (1) a esfera governamental no tocante a legislações, regulamentações por parte do Ministério da Educação (MEC) e do CONFEA, bem como análises do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP); (2) a esfera universitária, focando nas percepções de docentes e discentes sobre o ensino de engenharia de materiais; e (3) a esfera científica com as direções já investigadas ou em investigação pela comunidade científica. Com isso, foram identificados pontos estratégicos para modernização dos cursos, tanto na engenharia de materiais da UFSCar, quanto de outras universidades brasileiras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A ENGENHARIA NO BRASIL

2.1.1 A DEMANDA POR MAIS ENGENHEIROS NO SÉCULO XXI

Após o controle das altas taxas de inflação que atingiam o país no início da década de 1990, o Brasil entrou em um momento de maior estabilidade econômica e política, o que contribuiu para o crescimento da economia até a virada do século. No início dos anos 2000, o país passou por uma mudança de governança, que se refletiu em um novo rumo para as políticas públicas em diversas esferas sociais, conforme explicitado no Planejamento Plurianual (PPA) para os anos de 2003-2007:

O ponto de partida [para o plano] é a Estratégia de Desenvolvimento de Longo Prazo: inclusão social e desconcentração de renda com vigoroso **crescimento do produto** e do emprego; crescimento ambientalmente sustentável, redutor das disparidades regionais, dinamizado pelo **mercado de consumo de massa**, por investimentos, e por **elevação da produtividade**; redução da vulnerabilidade externa por meio da **expansão das atividades competitivas que viabilizam esse crescimento sustentado**; e valorização da identidade e da diversidade cultural, fortalecimento da cidadania e da democracia ²³.

Como fica evidenciado pelas partes aqui destacadas na citação, um novo foco foi colocado pelo governo federal para incentivar ramos da indústria produtiva, que por sua vez é dependente de mão de obra especializada em engenharia, apesar de não explicitado no planejamento referenciado. Para este momento, porém, não havia um grande destaque à educação superior dentro do plano de investimentos.

Dentro de alguns anos, os resultados deste PPA começaram a surtir alguns dos efeitos desejados com relação à produtividade e à competitividade industrial, com o crescimento econômico do país se mantendo em níveis favoráveis ²⁴. Ao final da década, a mídia veiculou reportagens que levantavam um questionamento em tom preocupante sobre a disponibilidade de mão-de-obra qualificada para manter o crescimento econômico do Brasil dentro do esperado, destacando

profissionais em engenharia, e conseqüentemente em engenharia de materiais, como muito cobiçados pelo mercado de trabalho ^{25, 26, 27}.

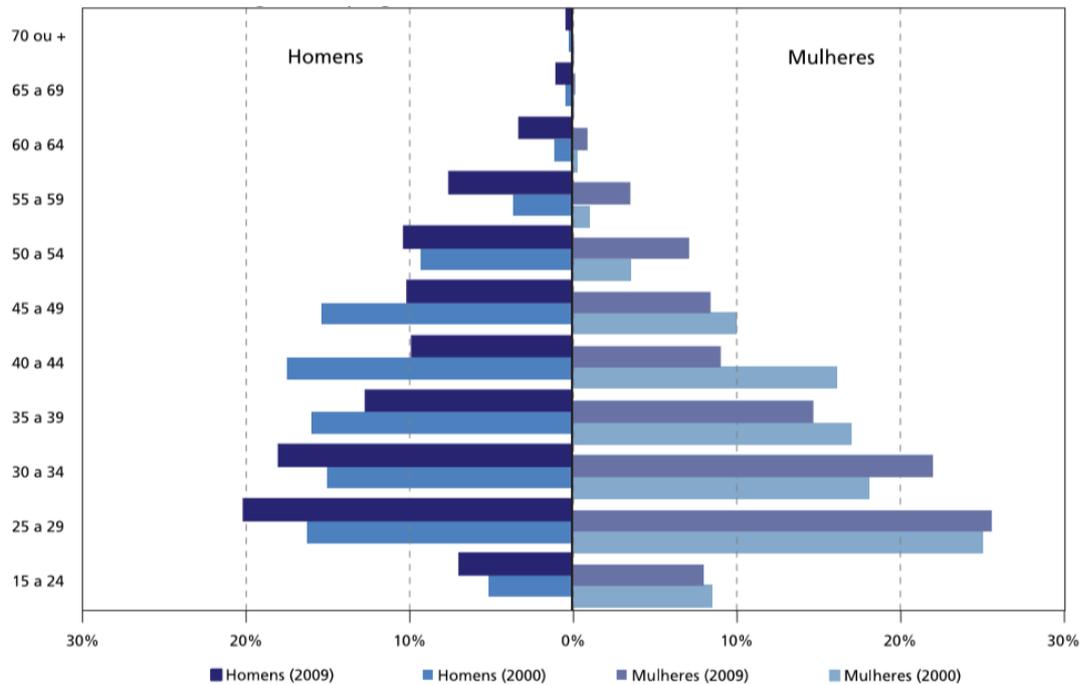


Figura 2-1: Pirâmide etária de profissionais em engenharia atuantes no mercado de trabalho formal para os anos de 2000 e 2009. Retirado de ²⁸.

Entretanto, existiam alguns pontos fundamentais sobre o assunto que estas reportagens falhavam em comunicar. O primeiro destes é que a falta de profissionais em engenharia se referia, majoritariamente, àqueles com experiência ²⁹. Na Figura 2-1, é possível observar que, para os dois gêneros investigados, havia uma pequena quantidade de profissionais nas faixas de 35 a 39, 40 a 44, e 45 a 49 no período, quando comparadas às faixas etárias inferiores, ou mesmo às superiores. Isso é um indicativo de que o mercado sofria carência de profissionais com experiência equivalente aos cargos de engenheiro(a) pleno(a) e engenheiro(a) sênior. Nesses casos, a maioria dos profissionais já têm uma atuação consistente no mercado há pelo menos 10 anos, o que os dá maior credibilidade para coordenar e supervisionar projetos. Tal comportamento da pirâmide etária pode ser caracterizado como uma falta de interesse geracional por carreiras de engenharia entre o final das décadas de 1980 e 1990 ²⁹.

O segundo ponto consiste no fato de que a quantidade de engenheiros(as) formados(as) seria um potencial gargalo **somente** se a economia brasileira crescesse em cenários otimistas de cerca de 6% ao ano entre 2011 e 2020 ²⁸. As previsões que consideram a absorção desses profissionais pelo mercado de trabalho para atuar especificamente em ramos de engenharia nestes cenários são representadas pela Figura 2-2. Importante ressaltar que, em circunstâncias onde o profissional em engenharia não é tão intensamente requisitado (como nos dados explicitados na Figura 2-2 para os anos anteriores a 2009), a absorção de muitos dos profissionais formados se dá em outras áreas não técnicas, como financeira ou administrativa ³⁰. Isso porque as habilidades de abstração, domínio de matemática e prestígio social frequentemente associados a um diploma na área de engenharia funcionam como bons sinalizadores às empresas no momento de contratação para outras posições ³⁰.

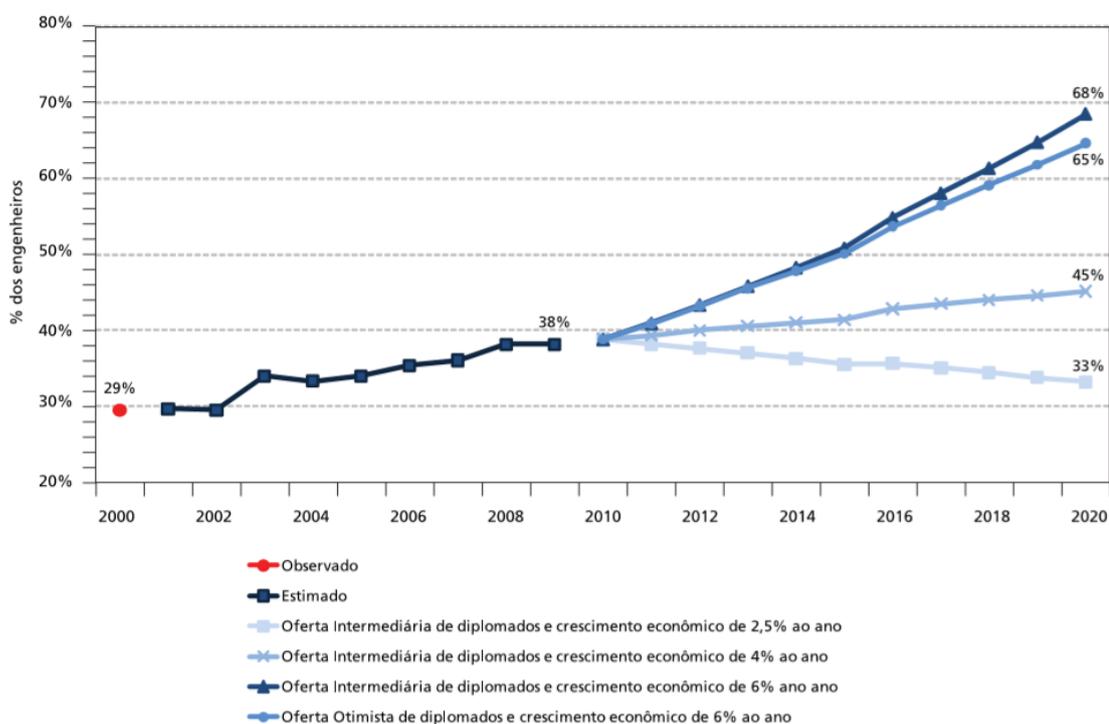


Figura 2-2: Porcentagem dos engenheiros formados no Brasil requeridos em posições de engenharia pelo mercado de trabalho formal projetados a partir de 2010 para diferentes cenários de crescimento econômico. Retirado de ²⁸.

Paralelamente, o interesse em engenharia por parte dos jovens começou a aumentar, seja pela percepção de prestígio da carreira, seja pelos investimentos

governamentais para expansão da educação superior, através de programas que incentivaram as esferas pública e privada ²⁹. Assim, o número de formandos em engenharia cresceu consideravelmente ao final da década de 2000.

2.1.2 A EXPANSÃO DA FORMAÇÃO DE NOVOS PROFISSIONAIS EM ENGENHARIA

O momento econômico e social pelo qual o Brasil passou nos anos 2000 sinalizou de diversas formas uma necessidade de expansão do ensino superior no país, resultando em uma série de políticas públicas para o aumento da oferta de cursos e vagas. Com isso, o número de cursos para formação de bacharéis em engenharia cresceu muito no Brasil.

Olhando inicialmente para a educação superior pública, o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), e a introdução do Sistema de Seleção Unificada (SiSU) foram duas das principais medidas adotadas até o início da década de 2010 para a ampliação da oferta de cursos, vagas, uso da estrutura de universidades federais, e democratização do acesso a essas vagas.

O REUNI, instituído por decreto em 2007, tinha como objetivo principal “criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior, no nível de graduação, pelo melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais” ³¹. Para estarem aptas a receber recursos financeiros do governo, cada instituição deveria apresentar um plano de reestruturação, aprovado pelo seu órgão superior, que atuasse em vista das diretrizes do programa, dentre as quais se encontrava o aumento de vagas para cursos de graduação e ocupação de vagas ociosas destes.

O SiSU, por sua vez, visou democratizar o acesso às vagas ofertadas pelas instituições de ensino superior, utilizando a nota de uma prova comum e de abrangência nacional — o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) — para seleção de vagas em cursos do ensino superior. Conforme o sistema se consolidava, e a importância do ENEM era mais reconhecida, muitas das universidades federais do país passaram a adotá-lo como método exclusivo de seleção ³².

Com isso, estudantes do país todo poderiam candidatar-se a quaisquer vagas que lhe fossem de interesse na esfera federal do ensino público superior, sem a necessidade de realizar uma prova distinta para cada instituição.

Por outro lado, programas de financiamento de cursos e de concessão de bolsas, instituídos pelo governo federal, impulsionaram a expansão do ensino superior privado no mesmo período. Um destaque é dado à criação do Programa Universidade Para Todos (ProUni) e à expansão do já existente Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior (FIES). Tais iniciativas aumentaram a procura por estas instituições, resultando em aumento na oferta de vagas.

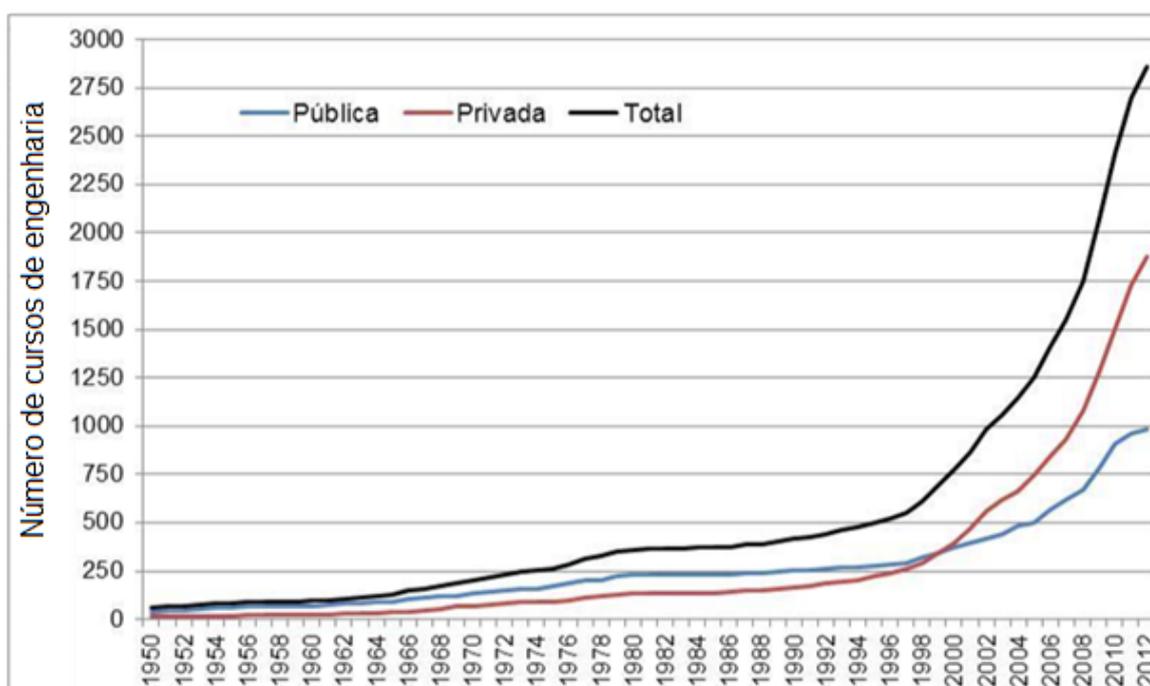


Figura 2-3: Crescimento da oferta de cursos de engenharia no Brasil por instituições públicas e privadas. Adaptado de ⁵.

Somando-se todas as iniciativas comentadas, a expansão do ensino superior no Brasil, até o início da década de 2010, foi expressiva. A Figura 2-3 mostra que, naturalmente, os cursos de engenharia foram afetados durante este período, com uma média de mais de 100 novos cursos por ano a partir de 2005 ⁵, totalizando em 2012 mais do que o triplo do valor observado em 2001. Isso se refletiu em um aumento considerável do número de ingressantes em cursos de engenharia e, conseqüentemente, no número de formandos destes cursos,

conforme dados recuperados até a edição mais recente (referente a 2018) das Sinopses Estatísticas da Educação Superior ³³ apresentados na Tabela 2-1.

Tabela 2-1: Número de ingressantes/concluintes dos cursos de engenharia no Brasil, recuperados através das Sinopses Estatísticas da Educação Superior ³³ e organizados pelo autor. Os valores combinam cursos presenciais e cursos à distância.

<i>Ano</i>	<i>Número de ingressantes em cursos de engenharia</i>	<i>Número de concluintes de cursos de engenharia</i>
2008	115.036	32.445
2009	132.715	37.883
2010	161.315	40.921
2011	227.785	44.775
2012	299.539	54.042
2013	325.474	59.753
2014	375.009	66.891
2015	344.897	81.194
2016	306.244	100.238
2017	289.109	114.244
2018	277.952	128.866

Por outro lado, não foram encontradas estatísticas ou estimativas sobre a absorção de bacharéis em engenharia pelo mercado de trabalho. Há muitos(as) engenheiros(as) contratados como supervisores, analistas, gerentes ou outras denominações, mas que realizam atividades de engenharia como parte de suas atribuições. Além disso, há também aqueles contratados para áreas ou tarefas não diretamente associadas à engenharia, ou mesmo empreendedores, o que dificulta o rastreamento de tais informações por meio de dados públicos.

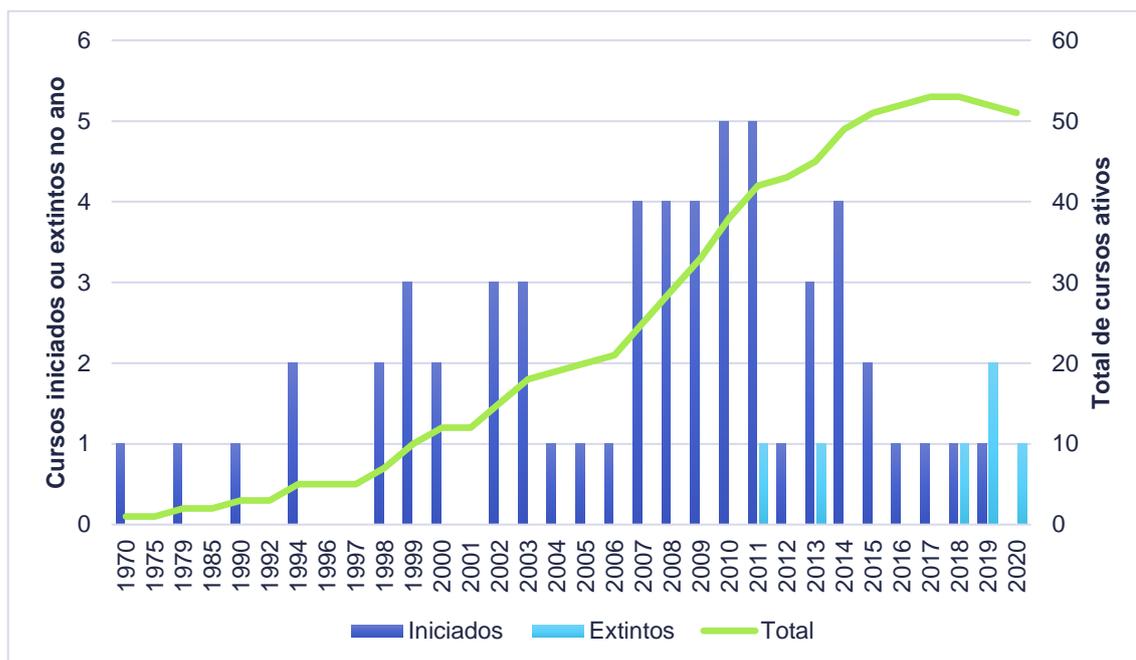


Figura 2-4: Evolução no número de cursos de engenharia de materiais no Brasil. Elaborado pelo autor com base em dados da base e-MEC ¹¹.

Paralelamente, a Engenharia de Materiais também apresentou expansão, contando atualmente com mais de 50 cursos em todo o Brasil, como representado pela Figura 2-4. Isso indica um maior reconhecimento dessa especialidade pelo mercado de trabalho, pelas instituições, e pelos estudantes que a procuram, justificando a necessidade de se investigarem as necessidades educacionais deles.

2.1.3 A IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE MELHORIA NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA BRASILEIRA

Dada a importância e a expansão da formação em engenharia no Brasil, é necessário entender o processo de formação, as discrepâncias entre o que é esperado dos recém-formados pelos empregadores e como de fato estes recém-formados desempenham. Portanto, é importante analisar o histórico recente das discussões formais realizadas por diversos órgãos nacionais no que diz respeito à educação em engenharia no país.

Assim, faz-se um destaque aos esforços da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) em identificar e elaborar propostas para solucionar deficiências

na educação em engenharia no país. Esses documentos levantam alguns aspectos a serem combatidos para melhor adequar os profissionais brasileiros à realidade competitiva de um mundo globalizado ^{12, 13}:

- **Requisitos profissionais:** há uma crescente percepção de que competências de comunicação, trabalho em equipe e liderança são cada vez mais fundamentais para a atuação de um engenheiro no atual contexto. Isso se alinha com as recomendações feitas pela UNESCO em sua Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI, em que se destaca a importância do desenvolvimento do pensamento crítico, comunicação, cultura de renovação de conhecimento, e outras habilidades de interesse para uma sociedade que produz muito conhecimento e está cada vez mais conectada ³⁴.
- **Índices de evasão:** recentemente reportado em valores próximos de 40% para instituições públicas e de 60% para instituições privadas ^{5, 14}, são considerados altos e vistos como alguns dos principais motivadores para se trabalhar o engajamento dos alunos e a receptividade dos cursos.
- **Currículos de engenharia:** os atuais currículos focam no desenvolvimento de competências técnicas em detrimento de abordagens pedagógicas que estimulem a criatividade e a resolução de problemas.
- **Especialização prematura:** há uma grande quantidade de especializações de engenharia no país, o que dificulta a absorção dos formados pelo mercado de trabalho técnico.

Além disso, discussões sobre a melhoria da educação em engenharia brasileira também são feitas na literatura especializada, reforçando observações feitas pela MEI, e abordando outras problemáticas. Entre as temáticas abordadas, temos:

- **Índices de evasão:** como comentado anteriormente, as taxas de evasão para os cursos de engenharia são tidas como altas, e, portanto, são investigadas suas origens e contramedidas ¹⁴.

- **Formação docente:** a estrutura da maioria das universidades brasileiras, tanto públicas quanto privadas, dá pouca ênfase no treinamento pedagógico de docentes antes e após seu ingresso no cargo dentro da instituição. A literatura aponta que esforços institucionais para promover a formação pedagógica de docentes de engenharia seria benéfica em diversos aspectos ^{16, 35, 36}.
- **Desenvolvimento de competências não técnicas:** muito se discute sobre a necessidade do desenvolvimento de competências de comunicação, ética, liderança, pensamento crítico e outras. Essas habilidades são desejadas pelos estudantes, pelo mercado de trabalho e pela sociedade, mas nem sempre se concretizam nas atividades curriculares dos cursos ^{15, 35}. A participação em atividades extracurriculares, por sua vez, sinaliza o desenvolvimento dessas habilidades ³⁷.
- **Participação feminina nos cursos de engenharia:** destaca-se a baixa participação feminina nos cursos de engenharia, especialmente quando comparados com outros cursos superiores. Dessa forma, maneiras de se incentivar o ingresso desse público em cursos de engenharia é objeto de estudo ³⁸.

Porém, a análise desses aspectos deve se fazer junto ao que é previsto pela legislação brasileira no que tange educação em engenharia. Com isso, é possível identificar as áreas passíveis de interferências a nível institucional, e como as expectativas da indústria se alinham à visão governamental em vigor.

2.2 ANÁLISE DE DOCUMENTAÇÃO PÚBLICA

2.2.1 LEGISLAÇÃO PARA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

Atualmente, a legislação em vigor referente ao ensino de engenharia consiste em diretrizes para a organização curricular dos cursos, e de disposições sobre carga horária:

- Limites mínimos para integralização dos cursos de bacharelado no Brasil, e a carga horária total de tais cursos: delimitada pela Resolução CNE/CES nº 2/2007 ³⁹.
- Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia: atualmente delimitada pelo Parecer CNE/CES nº1/2019, aprovado em 23 de janeiro de 2019 e homologado no dia 22 de abril de 2019 ¹⁸. Substituiu as diretrizes anteriores, dispostas no Parecer CNE/CES nº 1.362/2001, instituído em 2002 ⁴⁰.
- Diretrizes para a extensão na educação superior brasileira: delimitadas pela Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018 ⁴¹.

A partir de tais documentos, é possível sintetizar que os cursos de engenharia, incluindo a engenharia de materiais, possuem a carga horária mínima total de 3.600 horas de atividades curriculares, com limite mínimo para integralização igual a 5 anos. Esses documentos discutem extensivamente sobre a duração dos cursos, citando como referências importantes para a delimitação da carga horária acordos do Brasil com Portugal – que reconhecem como cursos de graduação aqueles com ao menos 3 anos ⁴² – as recomendações da União Europeia – que reconhece cursos de pelo menos 3 anos ⁴³ – e acordos do Mercosul – onde são reconhecidos os títulos de graduação obtidos com carga maior ou igual a 4 anos ou 2.700 horas ⁴⁴.

O Quadro 2-1 indica a evolução das competências gerais esperadas do egresso na transição entre as DCNs de 2002 e de 2019. Na nova versão, os termos mais gerais da maioria dos itens são explicados de maneira mais detalhada através do uso de subitens, o que permitiu definições mais claras de cada uma destas, bem como a expansão de seus respectivos significados. Assim, proposições da versão anterior foram desmembradas e combinadas em novos itens, o que está apresentado de maneira simbólica no referido quadro. Para melhor visualização, itens similares entre as duas versões das DCNs são apresentados na cor azul, enquanto itens na cor vermelha não possuem correspondência na versão anterior, ou sofreram adições substanciais.

Em uma primeira análise, é possível assumir poucas mudanças, dado que quase todos os pontos elucidados nas DCNs de 2002 apresentam correspondência na nova versão. Sob esta óptica, ainda é apreciável notar que os novos subitens trazem alguns pontos já presentes na versão anterior, mas de maneira mais clara e definida. Observa-se que muitas das mudanças introduzidas podem ser vistas como estratégias específicas que contemplam alguns dos pontos que são levantados como passíveis de melhoria na seção anterior. Complementarmente, as DCNs de 2019 afirmam a necessidade de cada curso estabelecer competências específicas para seus egressos, o que normalmente será associado à habilitação de engenharia do curso, e da(s) sua(s) ênfase(s). Assim, as novas DCNs consolidam-se como proponentes da formação por competências e não por conteúdos.

Estas mudanças dão maior enfoque à incorporação das chamadas *soft skills* (ou habilidades comportamentais) nas competências gerais de um engenheiro. As *soft skills* são definidas como habilidades, atitudes e comportamentos que auxiliam uma pessoa a melhor navegar seu ambiente de trabalho, atingir objetivos, e trabalhar bem com outras pessoas. Evidências apontam que essas habilidades podem ser desenvolvidas através de atividades planejadas para tal finalidade ⁴⁵.

Existem indícios na literatura de que este conjunto de competências são tão importantes para o desempenho em um determinado ambiente de trabalho quanto as competências técnicas — e ainda mais impactantes quando se complementam. É proposto que um conjunto destas competências tem maior probabilidade de resultados positivos: habilidades sociais, de comunicação, de pensamentos de ordem superior, de autocontrole, e um autoconceito positivo ⁴⁵.

Quadro 2-1: Comparação entre as competências esperadas dos egressos nas DCNs de 2002 e 2019 para cursos de engenharia. Organizado pelo autor. Em azul estão os subitens similares entre as duas versões. Em vermelho estão os subitens sem correspondência entre as duas versões ou com adições substanciais.

Competências gerais do egresso — DCN 2002	Competências gerais do egresso — DCN 2019	
	Itens	Subitens
Identificar, formular e resolver problemas de engenharia	I – Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto	Ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos
Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados		Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas
Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia	II – Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, uma vez verificados e validados por experimentação	Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos		Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos
Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia		Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo
Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia	III – Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos	Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas
Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas	IV – Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia	Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Desenvolver sensibilidade global nas organizações
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas
Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas		Realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental

Competências gerais do egresso — DCN 2002	Competências gerais do egresso — DCN 2019	
	Itens	Subitens
Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica	V – Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica	Ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis
Atuar em equipes multidisciplinares	VI – Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares	Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva
		Atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede
		Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos
		Reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais)
Preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado		
Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais	VII – Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão	Ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente
Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental		Atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando
Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional	VIII – Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia, bem como em relação aos desafios da inovação	Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias
Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas		Aprender a aprender

Outro fator que gerou impacto nas novas DCNs é a crescente globalização e velocidade de troca de informações, que acarreta a necessidade de internacionalização por parte das indústrias para se manterem competitivas em um cenário mundial. Analisando cada item das DCNs de 2019 em comparação com os itens das DCNs de 2002, temos:

- I. Aborda as habilidades comportamentais, especificando tarefas que se beneficiam de pensamentos de ordem superior no ciclo observar–identificar–solucionar, roteiro indispensável na atuação profissional de um engenheiro.
- II. Dá maior detalhamento das competências esperadas com relação ao uso das chamadas ciências básicas. Há um novo destaque no uso de ferramentas computacionais e de simulação, cada vez mais importantes no desenvolvimento de produtos e processos, por reduzirem os custos de prototipagem.
- III. Neste item, há um maior detalhamento das competências.
- IV. Uma importante adição foi a gestão da informação em conjunto com a gestão do ambiente físico. Isso reflete o grande fluxo informacional da atualidade, que ressalta a importância das habilidades de filtrar, organizar e disponibilizar as informações no ambiente organizacional para garantir a competitividade a longo prazo. É também referenciada a competência de “desenvolver sensibilidade global nas organizações”, cada vez mais relevante em mercados competitivos que possuem influência do mundo todo.
- V. Os novos detalhamentos ressaltam a importância das habilidades comportamentais e da globalização, pois é estabelecido que a comunicação de um engenheiro deve ser eficiente e clara. Dada a prevalência econômica e comercial de idiomas como inglês, espanhol, mandarim e alemão, o domínio de outros idiomas ganha destaque.
- VI. Com o avanço da globalização, as interações de trabalho se expandiram para envolver comunicação à distância e colegas de regiões e países diferentes. Com isso, uma série de competências de comunicação, convivência, gestão e motivação foram acrescentadas.

- VII. Há maior detalhamento, e destaque à consciência da profissão e seus impactos.
- VIII. O último item incorpora o “aprender a aprender” frente à competência de atualização permanente de conhecimentos. Isso é crucial para a atuação profissional em ambientes de elevada inovação tecnológica. Mas não é simples definir o que é “aprender”, nem mesmo se existe uma forma mais eficiente de desempenhar esta atividade. Na interpretação do autor, este ponto diz mais respeito ao egresso de engenharia ter tido condições ao longo de sua graduação para entender e desenvolver seu próprio processo de aprendizagem, a ser empregado novamente durante sua atuação profissional.

Os pontos destacados ressaltam a importância de se formarem engenheiros que estejam em maior contato com requisitos e habilidades valorizadas pelo mercado de trabalho. Dada a rapidez com que o mercado de trabalho muda e se adequa às novas realidades sociais, é importante a discriminação dos valores apreciados pelo mercado nas diretrizes curriculares nacionais.

Além das competências esperadas do egresso, as DCNs também dispõem sobre a estruturação do Projeto Pedagógico do Curso, incluindo conteúdos e atividades obrigatórios para todas as habilitações, aspectos de nivelamento e acolhimento para os ingressantes, a realização de um estágio profissional e um Projeto Final de Curso.

Nesse sentido, há diretrizes para os procedimentos avaliativos a serem utilizados, atuando como um reforço ao desenvolvimento das competências. Ou seja, não devem cumprir um papel puramente avaliativo, mas também um de estimular e promover o fortalecimento das competências técnicas e não-técnicas esperadas para o aluno.

São também exigidos nos cursos de graduação em engenharia atividades em laboratório, e outras que integrem o conhecimento teórico com a prática em um contexto real de aplicação. Estas atividades visam incitar os pensamentos de nível superior nos alunos, e apresentar contextos de aplicação próximos aos

reais, onde raramente as competências são utilizadas de maneira isolada. Consonantemente, é exigido que os alunos, desde o início do curso, tenham contato com projetos ou outras atividades que promovam a integração entre os conhecimentos e competências desenvolvidos em diferentes áreas.

Entre algumas considerações adicionais, é destacado que o curso deve oferecer um programa de formação e desenvolvimento para os profissionais que compõem o seu quadro de docentes. É dado foco no desenvolvimento de estratégias pedagógicas, alinhamento e engajamento dos docentes com o projeto pedagógico do curso, e incentivo do uso de aprendizagem ativa, pois só com o preparo docente adequado é que um curso realmente conseguirá fazer cumprir as DCNs na prática.

Adicionalmente, as diretrizes de extensão postulam que as atividades desse cunho devam compor pelo menos 10% da carga horária curricular de qualquer curso de graduação. As mesmas diretrizes definem as atividades de extensão como:

A Extensão na Educação Superior Brasileira é a atividade que se integra à matriz curricular e à organização da pesquisa, constituindo-se em processo interdisciplinar, político educacional, cultural, científico, tecnológico, que promove a interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os outros setores da sociedade, por meio da produção e da aplicação do conhecimento, em articulação permanente com o ensino e a pesquisa. ⁴¹

Dessa forma, abre-se o precedente para que as competências esperadas para os egressos de cursos de engenharia sejam desenvolvidas parcialmente por atividades de extensão, dada a exigência de incorporação dessas atividades dentre aquelas previstas formalmente na formação.

A Portaria nº 164, de 24 de agosto de 2005, dispõe sobre os conhecimentos técnicos cobrados aos estudantes de engenharias do chamado Grupo V (que abrangia Engenharia de Materiais, Engenharia de Materiais-Plástico, Engenharia Metalúrgica e Engenharia Física) para o ENADE de 2005 ⁴⁶. Apesar de não ser uma lei com requisitos que os cursos devem respeitar e de não ser uma classificação atualmente em uso pelo exame, esta portaria fornece uma ideia

geral do que uma comissão especializada, montada por um órgão governamental, acreditava ser importante na formação técnica deste profissional. Muito provavelmente, estes requisitos tiveram embasamento na legislação do CONFEA que regulamenta esta modalidade de engenharia, discutido em maiores detalhes na próxima seção. A seguir, foram selecionados os três itens abordados neste documento que, na visão do autor, compõem as competências específicas de um engenheiro de materiais:

- Aplicar conhecimentos de estrutura, propriedades e processamento de materiais à produção e desenvolvimento de produtos;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados, visando a caracterização de matérias-primas e produtos;
- Projetar, desenvolver e selecionar materiais, processos e produtos.

Em suma, os documentos citados acima dizem respeito à capacitação técnica esperada de um engenheiro de materiais, mas também enfatizam que os cursos devem permitir o desenvolvimento de competências profissionais para tornar os egressos mais adequados à realidade de trabalho atual. Para tanto, é previsto que a estrutura desses cursos de graduação deve ser flexível, e permitir uma abordagem pedagógica centrada no aluno.

2.2.2 LEGISLAÇÃO PARA O EXERCÍCIO PROFISSIONAL

Os cursos de graduação em engenharia devem também preparar seus alunos para que possam desempenhar as atividades previstas para o profissional, que são regulamentadas pelo CONFEA. Segundo esse órgão, as atribuições de um profissional em engenharia são como descritas no Quadro 2-2 ⁴⁷.

Quadro 2-2: Itens que designam as atividades que competem a um profissional em engenharia segundo resolução do CONFEA ⁴⁷. Cada especialidade de engenharia específica determinados itens (geralmente todos os 18) aplicados às suas áreas específicas.

Item	Atividades
01	Supervisão, coordenação e orientação técnica
02	Estudo, planejamento, projeto e especificação
03	Estudo de viabilidade técnico-econômica

Item	Atividades
04	Assistência, assessoria e consultoria
05	Direção de obra e serviço técnico
06	Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico
07	Desempenho de cargo e função técnica
08	Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão
09	Elaboração de orçamento
10	Padronização, mensuração e controle de qualidade
11	Execução de obra e serviço técnico
12	Fiscalização de obra e serviço técnico
13	Produção técnica e especializada
14	Condução de trabalho técnico
15	Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção
16	Execução de instalação, montagem e reparo
17	Operação e manutenção de equipamento e instalação
18	Execução de desenho técnico

Especificamente ao engenheiro de materiais, cabe:

Art. 1º - Compete ao Engenheiro de Materiais o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º da Resolução nº 218, de 29 JUN 1973, referentes aos procedimentos tecnológicos na fabricação de materiais para a indústria e suas transformações industriais; na utilização das instalações e equipamentos destinados a esta produção industrial especializada; seus serviços afins e correlatos.¹⁰

Estas são as atividades especificadas para efeito de fiscalização e regulamentação profissional. Isto não significa que um engenheiro de materiais em exercício deve executar todos os 18 itens previstos na resolução, mas sim que qualquer atividade que venha a desempenhar no exercício de sua profissão se encaixe nestas descrições, devendo estar discriminadas no registro profissional do mesmo⁴⁷.

Sendo assim, entende-se que a formação de engenharia de materiais deve fornecer ao aluno recursos suficientes para que desenvolva as competências previstas nas DCNs e exigidas pelo mercado de trabalho, e para que possa desempenhar quaisquer das atividades indicadas pelo CONFEA, uma vez que são aquelas que legalmente podem ser associadas à ocupação.

2.2.3 INDICADORES DE QUALIDADE PARA O ENSINO SUPERIOR

No Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) é o órgão responsável por elaborar e divulgar indicadores referentes à educação no país ⁴⁸. Assim, para o ensino superior, o INEP elabora os indicadores de qualidade ⁴⁹:

- Conceito ENADE: é um indicador de qualidade dos cursos de graduação baseado no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE). São considerados o número de participantes do curso no exame, suas notas no componente de Formação Geral da prova, e no Componente Específico ⁵⁰.
- Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD): é um indicador que estima o quanto o curso de graduação efetivamente agrega ao aluno em relação ao que o modelo matemático prevê. São utilizadas as notas obtidas pelos estudantes participantes no ENADE em seu último ano de graduação, e as notas que obtiveram no ENEM anterior ao ingresso mais próximo na graduação ⁵¹.
- Conceito Preliminar de Curso (CPC): combina vários aspectos associados a um curso de graduação em um único indicador. Sua elaboração leva em conta o desempenho dos estudantes concluintes no ENADE, o IDD, as proporções de professores mestres, doutores e em regime de trabalho parcial ou integral associados ao curso, e as médias das respostas do Questionário do Estudante (exigido para participação no ENADE) referentes a organização didático-pedagógica do curso, infraestrutura e instalações físicas, e oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional ⁵².
- Índice Geral de Cursos (IGC): avalia as IES como um todo através de uma média ponderada das notas contínuas de CPC para cursos de graduação e do conceito CAPES para os cursos de pós-graduação ⁵³.

Por outro lado, o ENADE e as medidas associadas a este ainda apresentam controvérsias. Notavelmente: a percepção do exame por parte dos alunos e das

instituições – que resulta em um baixo comprometimento com a realização deste – e o seu impacto sobre as estratégias institucionais, uma vez que o IGC, calculado parcialmente a partir da nota do exame, pode alterar questões de financiamento da instituição e seus compromissos frente ao MEC ⁵⁴.

Outros indicadores de qualidade para o ensino superior que são de fácil acesso e análise são as classificações de universidades elaboradas por organizações nacionais e internacionais, como por exemplo, o RUF (*Ranking Universitário da Folha*), ou o *QS World University Rankings by Subject*. Porém, tais indicadores não divulgam em detalhes os métodos utilizados para seus cálculos, o que torna mais complexo o discernimento da validade para o que se deseja estudar, mas deixam evidente que reconhecimento e pesquisa têm pesos maiores do que ensino ^{55, 56}.

Em 2008, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) publicou uma revisão sobre práticas de avaliação de resultados de aprendizagem – definido como “o que alguém sabe ou é capaz de fazer como resultado de sua aprendizagem” ⁵⁷ – para um grupo seletivo de países, dentre os quais está presente o Brasil ⁵⁸.

Nesta revisão, também foram abordados os diferentes aspectos que se podem fazer analisados durante tais momentos de avaliação, dentre os quais se destacam a avaliação baseada em indicadores “tradicionais”, da forma como é feita boa parte dos ranqueamentos de universidades explorados anteriormente – onde são incluídas as entradas (recursos financeiros, humanos e materiais utilizados pela instituição), e as saídas (produção da instituição, frequentemente medida por número de publicações, citações, horas de aulas ministradas, titulações concedidas, entre outras) – que são, portanto, focadas nas instituições como um todo, e não nos impactos que tais causam nos alunos.

Neste documento, são também mencionadas as avaliações com foco em resultados de aprendizagem, em que são investigados: resultados cognitivos – aqueles relativos a habilidades de raciocínio e solução de problemas de cunho geral ou específico, mas também relativos à lembrança de conceitos ou ideias –

e resultados não-cognitivos – relativos à mudança de valores e percepção de mundo por parte do estudante, dentre outros aspectos.

Faz-se relevante expandir a análise acerca da avaliação de resultados cognitivos, altamente relacionados à capacidade de trabalho em equipes, de resolução de problemas, e de tratamento interdisciplinar dos conhecimentos. Isso porque estes resultados cognitivos têm relação direta com o que é ressaltado nas novas DCNs e é entendido como um ponto de melhoria nas formações proporcionadas atualmente.

Ainda de acordo com a revisão da OCDE, dentre os países estudados existem dois tipos de instrumentos de avaliação dos resultados de aprendizagem cognitiva no ensino superior: o direto e o indireto. A avaliação direta consiste na elaboração de questões ou situações-problema especificamente desenhadas para avaliar determinadas habilidades ou lembranças de conceitos e ideias. Já a indireta consiste em fornecer ao aluno momentos de autoavaliação para analisar suas próprias forças e fraquezas dentro do contexto de resultados cognitivos, utilizando de questionários como instrumentos.

Como o próprio relatório aponta, existem críticas às duas abordagens. De um ponto de vista prático, o ENADE, e os indicadores dele dependentes, são considerados instrumentos de avaliação direta, apesar de incluir em seu método uma seção dedicada às percepções do aluno: o chamado Questionário do Estudante, composto de duas partes. A primeira parte consiste de uma avaliação socioeconômica do aluno, enquanto a segunda parte diz respeito a organização didático-pedagógica, infraestrutura e instalações físicas disponíveis ao curso, e oportunidades de ampliação da formação acadêmica e profissional. O questionário aborda alguns aspectos relevantes à percepção da educação em engenharia, mas é importante notar que não aborda muitos daqueles que foram problematizados anteriormente. Porém, ainda é de interesse analisar, dentro do contexto da engenharia de materiais no Brasil, as respostas do Questionário do Estudante, pois determinadas perguntas cobrem aspectos de interesse.

Frequentemente citados no relatório da OCDE como ferramentas para avaliação indireta, estão os questionários (*surveys*)⁵⁸. Classificados pelo seu uso⁵⁹, uma das aplicações é a pesquisa confirmatória, em que a coleta de dados tem como objetivo testar hipóteses já elaboradas e articuladas teoricamente antes da aplicação do questionário. Este uso em específico se mostra interessante para avaliações da educação em engenharia no Brasil, pois como mostrado anteriormente, já existem alguns indícios formalizados a respeito de áreas específicas de EE que devem ser aprimoradas no país, e que não podem ser confirmados apenas com os resultados do Questionário do Estudante referente à última aplicação para cursos de engenharia de materiais, em 2017.

Por outro lado, muito ainda é debatido acerca da validade de avaliações de estudantes, particularmente no que diz respeito à qualidade de ensino⁶⁰. Argumenta-se que os conceitos de qualidade educacional são diferentes entre estudantes e professores, o que torna mais difícil conciliar os desejos de ambas as partes frente ao questionário, mas estudos de validação deste tipo de instrumento de pesquisa apontam que é interessante abordar aspectos de qualidade educacional com os dois públicos⁶¹. Existem críticas também à generalização das opiniões causada por questionários aplicados a estudantes, pois opiniões singulares se perdem em meio ao consenso⁶²; e porque, muitas vezes, aqueles que elaboram esse tipo de questionário não estão em contato com a realidade acadêmica que buscam avaliar, e, por consequência, não possuem um entendimento das vertentes de qualidade educacional.

No caso de cursos da UFSCar, existem ferramentas internas de avaliação, notavelmente a Avaliação Institucional de Cursos. Nela constam as percepções discentes⁶³ e docentes⁶⁴ a respeito das condições de funcionamento do curso, resultados de aprendizagem e coerência com o perfil de egressos buscado pela universidade, dentre outros aspectos relativos ao curso.

Com ferramentas e dados de abrangência nacional e local, é possível traçar panoramas gerais sobre a evolução e o contexto atual do ensino em engenharia de materiais no Brasil, e especificamente na UFSCar, que serão de grande importância para ancorar as mudanças e reformas pretendidas para este curso.

2.3 CIÊNCIA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

2.3.1 O HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA COMO ÁREA ACADÊMICA

Desde que a engenharia começou a ser ensinada, naturalmente os questionamentos sobre como estruturar e garantir uma boa formação aos estudantes já invadiam a mente dos então professores. Os primeiros registros formais referentes a discussões acadêmicas aprofundadas sobre temas de educação em engenharia (EE) datam de 1893, de uma seção sobre EE no *World's Engineering Congress*, ocorrido nos EUA. Tal seção levou à organização da *Society for the Promotion of Engineering Education* (SPEE), atualmente conhecida como *American Society for Engineering Education* (ASEE), e contou com a participação de professores de diversas nacionalidades, discutindo aspectos como o estado da EE na época, a matemática necessária ao trabalho de engenharia, tendências de ensino da época, comparações entre os modelos europeus e o estadunidense de EE, entre outros aspectos ⁶⁵.

Avanços seguintes sobre a expansão da EE como área acadêmica ocorreram ainda nos EUA, como decorrência das atividades da SPEE. Notavelmente, a partir de 1910, a SPEE começou a publicação do *Bulletin of the Society for the Promotion of Engineering Education* — atualmente o *Journal of Engineering Education* — uma publicação focada em comunicados da associação, e focada em ideias e inovações para a educação em engenharia ⁶⁶.

Ainda no início do século XX, algumas publicações de impacto foram produzidas por membros da SPEE. A primeira delas, produzida por Mann e publicada em 1918 ⁶⁷, trazia uma visão holística do estado da educação em engenharia nos EUA na época, e se preocupava também em identificar e propor soluções para problemas na formação então propiciada. Também bastante influentes foram as publicações da década de 1920 e do ano de 1940, que continuaram processos de avaliação de EE nos EUA ⁶⁸.

Após o fim da II Guerra Mundial, a SPEE se desmembrou em um ramo focado em pesquisas de engenharia, e na ASEE, uma associação focada em

educação em engenharia. A partir de então, a associação adquiriu um caráter ativista nas instituições do país, e recebeu financiamentos para estudar minorias em cursos de engenharia, até atingirem o patamar atual, em que focam em fomentar discussões sobre EE através de congressos, publicações e parcerias internacionais ⁶⁸.

Em outras partes do mundo, a preocupação com EE ganhou destaque posteriormente. Em 1973, foi fundada a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), e no mesmo ano ocorreu a primeira edição do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), iniciando formalmente as discussões sobre EE no Brasil. Ao longo dos anos, a ABENGE atuou junto a frentes governamentais do país e com diferentes instituições para promover mudanças no sistema brasileiro de EE, e atualmente realiza todos os anos o COBENGE e publica a Revista de Ensino de Engenharia.

Também em 1973 foi fundada a *Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs* (SEFI), responsável por promover a discussão sobre EE no continente europeu. Em 1975, começou a publicar o *European Journal of Engineering Education*.

Até o início da década de 1990, algumas outras publicações influentes também surgiram, notavelmente o *International Journal of Engineering Education* e o *Australasian Journal of Engineering Education*. Nesta época, as revistas começavam a sinalizar uma mudança de foco para as publicações, no sentido de incentivarem trabalhos que se preocupassem em investigar fenômenos pertinentes à educação em engenharia através de metodologias científicas.

A expansão no número de revistas focadas em EE, a fundação de associações que fomentam essas discussões em várias partes do mundo, bem como essa preocupação em tratar as pesquisas da área com rigor acadêmico comparável ao de outras áreas certamente contribuiu para o avanço e consolidação da educação em engenharia como um campo científico.

2.3.2 CATEGORIZAÇÃO PARA PESQUISAS DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Com a evolução da educação em engenharia como área acadêmica e sua consolidação como uma ciência, faz-se necessário entender suas preocupações e temas de interesse, dado que o termo por si só se mostra especialmente abrangente. Na tentativa de indicar as direções para esse campo acadêmico, que é considerado diverso, interdisciplinar, e em rápida evolução ⁶⁹, algumas publicações específicas foram feitas com essa finalidade.

Até o início dos anos 2000, alguns autores propuseram categorizações através de análises do padrão de publicações do *Journal of Engineering Education*, que foram importantes passos para a sistematização da área ^{70, 71, 72}. Em 2006, o conselho editorial do *Journal of Engineering Education* publicou um relatório especial, de olho no futuro da área de EE, estabelecendo cinco vertentes de investigação ⁷³:

1. Epistemologias da engenharia: investigar o pensamento da engenharia e o corpo de conhecimento associado à engenharia.
2. Mecanismos de aprendizagem de engenharia: investigar a forma como os alunos aprendem e desenvolvem os conhecimentos e competências no contexto da engenharia.
3. Sistemas de aprendizagem de engenharia: investigar a cultura de instrução, a infraestrutura institucional, os próprios educadores de engenharia, e a forma como estes aspectos impactam na aprendizagem.
4. Diversidade e inclusão na engenharia: investigar como a diversidade de talentos humanos favorece a atuação em engenharia, e formas de fomentar essa diversidade nos cursos.
5. Avaliação na engenharia: desenvolver e investigar métricas, instrumentos e métodos de avaliação para a aprendizagem e para as práticas de ensino em engenharia.

Essas vertentes fornecem uma visão importante sobre o que caracteriza a área acadêmica de educação em engenharia, apesar de limitada à visão

específica dessa revista. Porém, um passo de maior importância para sistematizar e facilitar a disseminação dos conhecimentos em EE foi dado em 2016, com a criação de uma taxonomia de termos de pesquisa em EE. Uma taxonomia é uma forma de organizar e classificar hierarquicamente a informação, padronizando o corpo de conhecimento de uma dada área, facilitando a divulgação e consulta dos conhecimentos produzidos ⁷⁴.

Foi com o propósito de facilitar a divulgação e consulta dos conhecimentos produzidos pela pesquisa em educação em engenharia que Finelli et al. desenvolveram a *Engineering Education Research Taxonomy* ⁶⁹, que classifica hierarquicamente os termos relacionados à pesquisa em EE em até seis níveis, sendo 14 as classificações de primeiro nível (em tradução livre):

1. Avaliação
2. Design
3. Diversidade
4. Nível educacional
5. Contexto educacional
6. Tecnologia educacional
7. Instrução
8. Resultados
9. Prática profissional
10. Recrutamento e retenção
11. Campos relacionados
12. Metodologias de pesquisa
13. Enquadramentos teóricos
14. Equipes

A íntegra da taxonomia encontra-se disponível no Anexo A, e fica clara sua abrangência e profundidade, dada a quantidade e a extensão dessas classificações de primeiro nível.

As autoras ressaltam que o produto de sua pesquisa representa uma visão majoritariamente estadunidense sobre a educação em engenharia, mesmo com

diversos cuidados sendo tomados ao longo do desenvolvimento da taxonomia para a inclusão do feedback de especialistas de diversas partes do mundo. Portanto, apesar de englobar aspectos abordados na literatura internacional, a taxonomia provavelmente não é suficiente para descrever a realidade da pesquisa em EE para os contextos de todas as nações.

Por outro lado, cabe reafirmar a importância dessa realização. Mais do que simplesmente concebida por pessoas reconhecidas na área, a taxonomia passou por diversas situações de validação com outros especialistas em congressos, além de contar com o suporte de uma empresa especializada na construção de taxonomias. Por fim, vale destacar que a taxonomia está disponível sob uma licença aberta, e que revisões periódicas são feitas, para alterar termos ou adicionar novos.

2.4 INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS

A partir da produção escrita científica — artigos de periódicos, trabalhos em anais de congresso, entre outros — e tecnológica — representada majoritariamente por patentes — é possível extrair dados a partir de técnicas de indexação e mineração de texto, e tratá-los de maneira estatística para medir os aspectos intangíveis da ciência e da tecnologia ⁷⁵. Isso inclui responder perguntas como:

- Quanto se faz de ciência?
- Quanto se estuda de determinado assunto?
- Quem são os principais estudiosos de cada campo?

Estas medições dão origem aos chamados indicadores de ciência e tecnologia, e podem ser utilizadas para a prospecção de assuntos desconhecidos pelos interessados, como forma de entender a relevância histórica do tópico e quais são as entidades mais prolíficas no meio para parcerias ou tomar como referenciais. Além disso, os indicadores são frequentemente utilizados para planejar e avaliar resultados de investimentos ^{75, 76}, como órgãos públicos investindo em universidades, e empresas investindo em centros de pesquisa e desenvolvimento.

Uma das formas de se elaborar os indicadores científicos é através de uma ferramenta conhecida como bibliometria. A bibliometria consiste em realizar uma análise de um recorte da totalidade da produção textual, através da recuperação dos metadados associados a cada uma das publicações — que podem representar os autores das publicações, a instituição à qual pertencem, palavras-chave associadas, títulos, resumos, entre outros — acompanhado de um subsequente tratamento e agrupamento dos termos recorrentes ⁷⁶.

O recorte a ser analisado pela bibliometria depende de inúmeros fatores, mas é importante ressaltar a dificuldade em se fazer uma análise bibliométrica com toda a produção textual científica e tecnológica existente. Isso porque as bases de dados responsáveis por indexar as publicações científicas possuem critérios para determinar quais revistas e anais de congressos serão indexados ⁷⁶. Outro ponto relevante é a temática abrangida pela base: há bases de dados multidisciplinares como a *Web of Science* e a *Scopus* ^{77, 78}, mas também existem bases focadas em determinadas áreas científicas, como a *Chemical Abstracts* (focada em química), ou a *Engineering Village* (focada em publicações de engenharia).

Porém, o fator limitante de maior impacto na abrangência da análise bibliométrica é a recuperação de informações das bases de dados ⁷⁶. Isso porque, apesar dos esforços das bases de dados em indexar as publicações, não é possível garantir a recuperação da totalidade de publicações de um dado assunto. A recuperação das publicações desejadas se dá pela formulação e uso de expressões de busca, que a base de dados utiliza para tentar encontrar correspondências nos campos de interesse (título, autor, palavras-chave etc.). Assim, a expressão de busca deve ser bem desenvolvida para englobar o máximo de publicações dentre as desejadas, mas ao mesmo tempo ser capaz de filtrar aquelas indesejadas, mas que possam aparecer por conter algum termo em comum. Portanto, o resultado da bibliometria é meramente um indicativo da realidade, e é importante ressaltar que se deve tomar cuidado ao executá-la e, principalmente, ao analisar os resultados produzidos ⁷⁵.

Para pesquisas bibliométricas, frequentemente se utilizam redes como forma de analisar os resultados, pois elas consolidam as relações entre os aspectos de interesse de maneira visual. Para a elaboração dessas redes a partir dos dados extraídos e tratados, existem diferentes metodologias para o mapeamento e agrupamento dos aspectos a serem representados na rede. O mapeamento diz respeito às posições de cada elemento em uma representação bidimensional, com a proximidade gráfica indicando proximidade dos elementos em questão na literatura. O agrupamento, por sua vez, é um indicativo binário (pertence ou não a um grupo), que dá uma visão grosseira sobre a estrutura de uma rede, no sentido em que elementos pertencentes a um mesmo grupo estão mais próximos entre si na sua representação na literatura.

Uma abordagem de interesse é aquela proposta por Waltman et al., em que a determinação do posicionamento dos elementos na rede leva em conta simultaneamente as condições para mapeamento e agrupamento, resultando em cálculos unificados para a representação gráfica da rede ⁷⁹. Tal método é facilmente empregado através do software VOSviewer, disponibilizado gratuitamente pelos desenvolvedores de tal abordagem.

As publicações aqui relatadas formam um importante panorama sobre como a educação em engenharia se expandiu no Brasil a partir dos anos 2000 e como diferentes atores ajudaram na construção do cenário atual de busca por melhorias nos cursos de engenharia brasileiros. Além disso, a legislação discutida fornece importantes direcionamentos acerca do que o governo espera e permite para mudanças na educação em engenharia. Por fim, um breve panorama foi formulado sobre como a ciência de educação em engenharia evoluiu num plano internacional, e como indicadores de ciência e tecnologia podem ser utilizados para entendê-la mais profundamente, abrindo o caminho para explicitação dos objetivos deste trabalho.

3 OBJETIVOS

O trabalho objetiva, no contexto da engenharia de materiais brasileira:

1. Diagnosticar as circunstâncias e percepções sobre a educação em engenharia de materiais, com a elaboração de indicadores:
 - a. Em um contexto nacional, considerando a visão dos discentes e dos coordenadores dos cursos participantes no ENADE de 2017, bem como a evolução da disponibilidade de cursos de EMA;
 - b. No contexto local da UFSCar, considerando (i) a visão dos discentes e docentes, conforme medido pela Comissão Própria de Avaliação da universidade; e (ii) inferências a partir de dados sobre os alunos que já passaram pelo curso.
2. Identificar o estado atual da pesquisa científica sobre educação em engenharia, a nível mundial, e enfatizar as subáreas de maior destaque, bem como os países e instituições mais relevantes;
3. Elaborar recomendações de parcerias para proporcionar melhorias ajustadas às realidades da educação superior no Brasil, visando aplicações pelo projeto de modernização da graduação em Engenharia de Materiais da UFSCar (Movimenta Materiais) e por outras instituições interessadas.

4 MÉTODOS

Inicialmente, foi feita uma revisão sobre a atual regulamentação do curso e da profissão em engenharia de materiais no Brasil, e uma análise sobre os indícios de mudanças em cada uma dessas categorias para um futuro próximo. Posteriormente, foram elaborados diferentes indicadores para avaliar o que foi definido na seção de objetivos, dentro das seguintes categorias:

- Evolução da formação em engenharia de materiais pela UFSCar, e da disponibilidade do curso pelo Brasil;
- Percepções sobre a educação em engenharia de materiais pelos alunos, ex-alunos, e docentes, buscando associá-las aos pontos identificados pela literatura;
- Pesquisa científica na área de educação em engenharia.

Para tanto, foram utilizados diversos recursos eletrônicos, como a plataforma digital e-MEC, da qual podem ser recuperados diversos dados sobre os cursos de graduação no Brasil, sites governamentais em que consta a legislação vigente relevante, o Questionário do Estudante e os indicadores de qualidade do INEP. Para os indicadores sobre pesquisa científica na área de ensino de engenharia, foram consideradas bases de dados que indexam publicações científicas, como *Web of Science*, *Scopus* e *Engineering Village*.

Com relação às percepções sobre a educação em engenharia de materiais, uma nova coleta de dados com amplo espaço amostral e representativa, em escala nacional, tomaria um tempo superior ao que foi disponível para realização deste trabalho. Portanto, foi escolhido trabalhar com dados já disponíveis publicamente, para averiguar a engenharia de materiais num contexto nacional. De forma complementar, um exame mais profundo foi feito no contexto do curso de engenharia de materiais da UFSCar, analisando dados públicos oriundos de questionários elaborados e aplicados pela Comissão Própria de Avaliação da UFSCar.

Além disso, para o caso específico da UFSCar, os dados de todos os alunos que já passaram pelo curso de EMa foram coletados junto à Diretoria de Gestão

e Registro Acadêmico da universidade (DiGRA). Estes dados foram então tratados e utilizados para construir um histórico do curso com relação à distribuição de alunos por ênfases, a distribuição de gênero, evasão e retenção. Com isso, foi feita uma prospecção relevante para fundamentar alterações da estrutura do curso, que estão novamente em foco devido ao estímulo recebido pela CAPES.

4.1 TRABALHO COM DADOS PÚBLICOS

Para averiguar a evolução da disponibilidade dos cursos de engenharia de materiais no país, foram feitas consultas ao sistema e-MEC, considerando cursos em que “materiais” apareça de maneira primária no título: ou seja, foram considerados cursos como “engenharia de materiais”, “engenharia de materiais e manufatura” e “engenharia de materiais e nanotecnologia”, e foram excluídos cursos como “engenharia metalúrgica e de materiais”. Com a verificação de curso a curso, foi possível traçar as datas de início do funcionamento de cada um, bem como data de extinção para aqueles que encerraram suas atividades.

Além disso, foram recuperados todos os dados referentes ao ENADE dos cursos de engenharia de materiais identificados anteriormente, através de consultas à base do INEP referente ao ENADE. A base separa os relatórios anteriores a 2010, e aqueles a partir de 2010, portanto a busca ocorreu na segunda categoria — dado o desejo de se utilizarem os dados mais recentes do exame para o curso de EMa (2017) — consultando os relatórios de cursos que correspondiam ao ano desejado, unidade federativa e nome da instituição. A cada consulta, era exibida uma lista com todos os relatórios de cursos da instituição selecionada, como observado na Figura 4-1. Assim, de acordo com a coluna “curso” presente na listagem, o relatório referente à EMa para cada uma das instituições identificadas no e-MEC como ofertante de tal curso foi recuperado. Como os cursos de engenharia de materiais não receberam uma prova específica no ENADE de 2017, sendo classificados na área “engenharia” em conjunto com engenharia física, engenharia de minas e outras, os relatórios de áreas elaborados e divulgados pelo próprio INEP não abordam a engenharia de materiais isoladamente; portanto uma visão exclusiva desse curso no Brasil é algo que precisa ser investigado à parte.

Município ↕	Instituição ↕	Área ↕	Curso ↕	Arquivo - PDF
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO (BACHARELADO)	CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	CIÊNCIAS SOCIAIS (BACHARELADO)	CIÊNCIAS SOCIAIS	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	EDUCAÇÃO FÍSICA (LICENCIATURA)	EDUCAÇÃO FÍSICA	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	ENGENHARIA	ENGENHARIA FÍSICA	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	ENGENHARIA	ENGENHARIA DE MATERIAIS	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	ENGENHARIA AMBIENTAL	ENGENHARIA AMBIENTAL	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	ENGENHARIA CIVIL	ENGENHARIA CIVIL	Arquivo
SAO CARLOS	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO	ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO	Arquivo

Figura 4-1: Exemplo de consulta na base de relatórios do ENADE, incluindo parte dos resultados para uma consulta referente ao ano de 2017 para a UFSCar.

A partir deste método, foram recuperados 36 relatórios, dos quais 23 são de instituições públicas, e os outros 13, de instituições privadas. Há vários motivos que podem levar à não-realização do exame por uma instituição e/ou curso: sua realização é obrigatória para instituições da rede federal de ensino – o que inclui universidades federais e instituições de ensino particulares, mas exclui universidades estaduais – e também apenas para cursos em que há estudantes com mais de 80% do curso concluído, para bacharelados ²⁰. Com os relatórios em mãos, os dados referentes ao exame foram transferidos para planilhas eletrônicas, e foram então organizados, agrupados e tratados para gerar os indicadores exibidos em seções subsequentes deste trabalho.

Para complementar estes dados com uma visão local mais detalhada, foram examinados os dados dos relatórios finais de avaliação do curso de engenharia de materiais da UFSCar (disponíveis abertamente no site da comissão), realizados pela Comissão Própria de Avaliação da instituição para o ano de 2017, de forma a coincidir com o ano de avaliação do ENADE. As investigações relatadas neste documento buscam mensurar diversos aspectos relativos à formação e às condições oferecidas pela universidade aos estudantes e docentes. Desta forma, alguns dos pontos relatados se sobrepõem aos investigados pelo Questionário do Estudante (parte do ENADE), mas há um aprofundamento maior em diversos

assuntos, e até mesmo a abordagem de tópicos ignorados pelo Questionário do Estudante.

Além disso, a Comissão Própria de Avaliação abrange mais da comunidade acadêmica em seu questionário quando comparado novamente ao ENADE: o questionário é enviado a todos os estudantes do curso, independentemente do período em que está cursando atualmente (contra apenas alunos próximos à conclusão do curso no ENADE), bem como a todos os docentes do curso (contra apenas o coordenador do curso no ENADE).

4.1.1 ESTRUTURA DE ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Para tais análises de opiniões sobre os cursos de engenharia de materiais, fez-se necessário criar uma categorização para as perguntas realizadas no Questionário do Estudante do ENADE e no questionário de avaliação da Comissão Própria de Avaliação da UFSCar, com a finalidade de tornar a extensa quantidade de perguntas diretamente comparáveis, sem perda de significado. A categorização para as perguntas foi inicialmente desenvolvida por análise das temáticas e agrupamento destas, o que resultou em seis categorias iniciais. Mas posteriormente, com o conhecimento da Taxonomia de Pesquisa em Educação em Engenharia, as categorias foram reavaliadas e puderam ser resumidas em cinco; o resultado está representado no Quadro 4-1.

Tal classificação serviu para a criação de indicadores que pudessem apresentar uma visão geral e resumida dos extensos questionários aplicados. As perguntas do Questionário do Estudante e suas classificações são representadas no Apêndice A, enquanto as perguntas dos questionários aplicados pela CPA e suas classificações são apresentadas no Apêndice B.

Quadro 4-1: Categorizações para perguntas de satisfação sobre cursos de engenharia de materiais.

Nome da categoria	Abrangência
Organização didático-pedagógica	O que diz respeito às metodologias de ensino empregadas no curso, outros artifícios utilizados com um objetivo de aprendizagem definido, e planejamento das atividades curriculares pelos docentes e coordenação de curso.
Desenvolvimento de Competências	Planejamento e desenvolvimento de determinadas habilidades e capacidades nos alunos ao longo do curso. A definição dos objetivos de aprendizagem, e os próprios objetivos.
Apoio Estudantil	Tudo aquilo que o curso e/ou a universidade disponibilizaram para suportar o processo de aprendizagem fora de sala, bem como outros aspectos da vida estudantil (saúde física e mental etc.)
Complementação da Formação	O que o curso/universidade disponibilizou para complementação da formação fora de aula.
Infraestrutura	A infraestrutura física e digital disponibilizada ao curso para condução de suas atividades.

4.1.2 INDICADORES PARA O QUESTIONÁRIO DO ESTUDANTE

Além disso, foi necessário criar alguns indicadores para facilitar outras análises. O primeiro indicador surgiu da necessidade de comparar as respostas dos coordenadores de curso e dos estudantes que responderam ao Questionário do Estudante do ENADE, uma vez que tal comparação para cada pergunta no contexto de cada universidade resulta em uma quantidade imensa de dados, portanto foi constatada a necessidade de resumir esta informação.

Para a concepção do indicador, objetivou-se um número que representasse a discordância entre a visão dos coordenadores e dos discentes a respeito de determinados aspectos do curso. Para tanto, foi necessário incluir a distância relativa entre a resposta do coordenador e cada uma das outras respostas possíveis, com uma ponderação pelo número de estudantes que configurou cada ponto da escala, e uma normalização relativa ao total de estudantes da

instituição que responderam a cada questão. O cálculo final é representado pela Equação (4-1):

$$D_p = \frac{\sum_{i=1}^6 n_i * |c - i|}{n_t} \quad (4-1)$$

Sendo:

- D_p : índice de discordância para a pergunta de número p , de forma que valores mais altos indicam uma maior diferença no pensamento dos coordenadores e dos estudantes;
- n_i : número de estudantes que responderam a resposta i na escala de 1 a 6;
- n_t : número total de estudantes do curso que responderam ao questionário;
- i : respostas possíveis na escala de 1 a 6;
- c : a resposta do coordenador na escala de 1 a 6.

Com o cálculo deste indicador para todas as instituições em cada pergunta, foi possível construir uma classificação sobre as questões e assuntos que trazem as maiores e menores concordâncias. A partir de tal classificação, as perguntas em posições mais favorecidas foram analisadas e discutidas, utilizando também valores como média e desvio padrão das respostas na escala adotada.

4.1.3 INDICADORES PARA O QUESTIONÁRIO DA COMISSÃO PRÓPRIA DE AVALIAÇÃO

O questionário elaborado pela CPA da UFSCar tem como intuito avaliar os diversos aspectos relacionados ao curso na visão de docentes e de discentes dos cursos. Sabendo, porém, das diferentes perspectivas, atividades desempenhadas e vivência existentes entre esses dois públicos, nem todos os questionamentos são equivalentes, ou seja, para alguns pontos específicos, traçar um comparativo entre as opiniões estudantis e as dos docentes não é possível. Como primeiro passo, então, todos os textos das perguntas do questionário foram comparados, em busca de equivalências entre os que figuravam na versão

discente e na versão docente. Tais equivalências podem ser verificadas no Apêndice B.

Com tais equivalências em mãos, restaram dois desafios: o primeiro era como definir uma medida comparativa entre as respostas dos discentes e dos docentes para as perguntas que possuem equivalências, visto que a quantidade de pessoas de cada categoria que responderam ao questionário era distinta; e o segundo desafio era como analisar as perguntas sem equivalência.

Quadro 4-2: Classificação das perguntas do questionário da CPA de acordo com tipo de escala utilizada, e padrão de idealidade.

Alunos			Docentes		
Pergunta	Escala	Idealidade	Pergunta	Escala	Idealidade
1	Escala 5	Maior/positivo	1	Escala 5	Maior/positivo
2	Escala 3	Maior/positivo	2	Escala 3	Maior/positivo
3	Sim/não	Maior/positivo	3	Escala 3	Maior/positivo
4	Escala 5	Maior/positivo	4	Escala 5	Maior/positivo
5	Sim/não	Indiferente	5	Escala 5	Maior/positivo
6	Sim/não	Indiferente	6	Escala 5	Indiferente
6.1	Escala 5	Maior/positivo	7	Sim/não	Indiferente
7	Sim/não	Indiferente	7.1	Escala 5	Maior/positivo
7.1	Sim/não	Indiferente	8	Escala 5	Maior/positivo
7.2	Escala 5	Maior/positivo	9	Escala 5	Maior/positivo
8	Escala 5	Maior/positivo	10	Sim/não	Menor/negativo
9	Escala 5	Maior/positivo	11	Sim/não	Menor/negativo
10	Escala 5	Maior/positivo	12	Escala 5	Mediano
11	Escala 5	Maior/positivo	13	Escala 5	Mediano
			14	Escala 5	Maior/positivo
			15	Escala 5	Maior/positivo

Para o primeiro desafio, inicialmente as perguntas foram classificadas de duas formas: a primeira quanto ao tipo de escala utilizado na pergunta — do tipo escala em 5 itens, do tipo escala em 3 itens, ou do tipo sim/não — e a segunda classificação com relação ao que seria percebido como resposta ideal — se valores maiores/mais positivos, valores menores/mais negativos, valores medianos, ou se as respostas eram irrelevantes desse ponto de vista.

Para as questões do tipo escala em 5 itens com idealidade em valores maiores/mais positivos, o tratamento dos dados prosseguiu através da estatística descritiva, incluindo o cálculo de média simples para cada pergunta, mediana, e

desvio padrão — através da transformação das categorias em uma escala ordinal de 1 (categoria mais negativa, como “discordo totalmente”) a 5 (categoria mais positiva, como “concordo totalmente”). Com tais valores calculados, foi possível identificar as perguntas que mais se destacavam por respostas positivas e negativas. Então, as 15 perguntas que se destacaram por repostas mais positivas dos docentes e dos alunos foram classificadas, e o mesmo foi feito com as 15 perguntas que se destacaram por respostas mais negativas dos alunos e dos docentes. As perguntas classificadas foram discutidas em profundidade.

Outras perguntas, porém, receberam atenção especial, e foram verificadas independentemente de sua aproximação com a idealidade proposta ou da existência de equivalências. É o caso das perguntas feitas aos docentes sobre a empregabilidade de diferentes métodos de ensino e avaliação, e da pergunta feita aos alunos sobre participação em atividades extracurriculares. Por fim, as perguntas restantes do conjunto foram consideradas irrelevantes para esse estudo, e, portanto, descartadas antes do procedimento de análise. As perguntas consideradas irrelevantes se preocupavam em investigar o conhecimento de docentes/alunos sobre determinados aspectos do curso ou da universidade (por exemplo, foi perguntado aos docentes se o curso oferece estágio curricular obrigatório), ou sobre o progresso em determinadas atividades curriculares (por exemplo, etapas concluídas do TCC para os alunos).

4.2 BIBLIOMETRIA

A bibliometria realizada neste trabalho objetivou revelar um panorama geral da pesquisa científica em educação de engenharia a nível mundial, bem como traçar paralelos com os pontos passíveis de melhoria identificados na análise de dados públicos e com os objetivos do projeto do Movimenta Materiais; para tanto, foi desenvolvida uma expressão de busca que fosse a mais abrangente possível dentro do contexto de educação em engenharia.

Foram realizadas duas instâncias de bibliometria: a primeira como um treinamento e mais generalista, para que o autor pudesse se acostumar com o fluxo de trabalho, e a segunda, mais detalhada. Na primeira, as buscas foram feitas

na base de dados *Web of Science*, por ser uma base de dados abrangente e multidisciplinar, que poderia fornecer direcionamentos iniciais importantes. Já a segunda instância de bibliometria, relatada na seção de resultados e cuja metodologia será detalhada a seguir, foi realizada usando a base de dados *Compendex*, da *Engineering Village*.

A primeira etapa do processo de trabalho com bibliometria é a própria escolha da base de dados, e para o que será aqui relatado, a base de dados *Engineering Village* foi selecionada por duas razões. A primeira delas é que a base indexa apenas artigos e revistas que digam respeito estritamente à engenharia e suas áreas correlatas, garantindo que a amostra não fugisse ao escopo de engenharia. A segunda razão é que se trata de uma base de dados ampla no universo da engenharia, sinalizando uma boa probabilidade de encontrar artigos relacionados à educação nesse universo.

A etapa seguinte do processo é a de desenvolver a expressão de busca que será utilizada. Tal expressão de busca deve ser cuidadosamente construída, incluindo testes na base de dados, para garantir o equilíbrio entre abrangência e especificidade mais adequado à visão do autor. Sendo assim, para o caso de educação em engenharia, o desenvolvimento da expressão de busca se deu através de testes iniciais com os termos *engineering* e *education*. Estes testes iniciais levaram à identificação de outros termos associados à temática de interesse, como *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), e *teaching*, que foram incorporados às próximas iterações. A combinação destes termos foi testada utilizando operadores booleanos, de proximidade e de truncamento. Após 37 iterações, a expressão de busca final foi: (((engineer* OR STEM) AND (teaching OR educat*)) WN KY) AND ({ja} WN DT); que retornou um total de 36.062 publicações. A expressão de busca limitou os resultados a artigos publicados em periódicos, dada a maior confiabilidade atribuída à revisão por pares. A expressão final procurou os termos apenas nos campos título, resumo, palavras-chave dos autores e vocabulário controlado — campo oriundo da

aplicação de um thesaurus^c próprio da base ao indexar os artigos. Caso a busca fosse realizada em todos os campos, artigos não relacionados apareceriam pela presença do termo *engineering* ou *education/educational* no nome de revistas ou editoras. O Quadro 4-3^d detalha a evolução da expressão de busca, destacando algumas iterações chave durante o processo.

Com a finalização da expressão de busca, os dados minerados foram exportados da base e importados no programa VantagePoint, versão 7.1. Uma vez que o programa não possuía um filtro de importação adequado para o formato do *Engineering Village*, foi necessário criá-lo para correta atribuição dos campos das publicações recuperadas.

O próximo passo verificou o alinhamento entre as publicações recuperadas e a temática a ser investigada, através de análises dos termos do vocabulário controlado e das palavras-chave dos autores. Para tanto, foram investigadas parcelas aleatórias de artigos de cada um dos 15 principais termos do vocabulário controlado, de forma a entender se, na média, as publicações dessas categorias eram pertinentes à temática estudada. Os termos considerados relevantes eram então agrupados com termos similares do restante da lista, e a partir desses grupos, foi criado um subconjunto de dados, contendo um total de 28.051 publicações.

^c Um thesaurus é como um dicionário de equivalências entre termos. Dentro do contexto de indexação por bases de dados, thesaurus são utilizados para procurar por termos específicos dentro dos campos de título, resumo e palavras-chave das publicações, e atribuir uma classificação específica a essas publicações de acordo com os termos encontrados.

^d Apesar de o quadro incluir resultados parciais, optou-se por apresentá-lo na discussão do método utilizado para a pesquisa por entender-se que a evolução da expressão de busca fornece uma contextualização sobre como as iterações impactam na expressão final.

Quadro 4-3: Evolução da expressão de busca utilizada na base Engineering Village.

Iteração	Expressão de busca	Resultados	Observações
#1	((engineering AND education) WN KY)	135.285	Primeira expressão, retornou todos os tipos de publicações indexadas pela base.
#3	(engineering OR STEM) AND (teaching OR education))	723.497	Primeira tentativa de incorporação dos termos STEM e teaching.
#7	(((((engineering ONEAR/2 education) OR (engineering ONEAR/2 teaching) OR (STEM ONEAR/2 education) OR (STEM ONEAR/2 teaching)))) WN KY)	98.365	Tentativa de incorporação de operadores de proximidade na expressão de busca.
#9	((((((((engineering AND education) OR (engineering ONEAR/2 teaching) OR (STEM AND education) OR (STEM ONEAR/2 teaching)))) WN KY)) AND ({ja} WN DT)))	34.176	Variação na incorporação de operadores de proximidade. Limitação apenas a publicações de revistas.
#15	((((engineering AND educat*) OR (engineering ONEAR/2 teach*) OR (STEM ONEAR/2 educat*) OR (STEM ONEAR/2 teach*)) WN KY)	147.502	Incorporação de truncamentos e abandono de operadores de proximidade
#26	((engineering AND education) WN ALL)	606.043	Conjunto de iterações utilizada para averiguar o impacto da alteração de se pesquisarem alguns dos termos de interesse apenas em títulos, palavras-chave, resumos, e vocabulário controlado, e da limitação a apenas publicações de revistas.
#27	((engineering AND education) WN KY)	119.923	
#28	(((((engineering AND education) WN KY)) AND ({ja} WN DT)))	29.018	
#37	((((((((engineer* OR STEM) AND (teaching OR educat*)) WN KY)) AND ({ja} WN DT)))	36.062	Expressão de busca final

Em tal subconjunto de dados, foram removidas as publicações que não continham resumos, pois isso impediria as análises subsequentes. Adicionalmente, todos os artigos que não continham pelo menos uma palavra-chave (do autor e dos termos controlados) com 10 ou mais ocorrências em toda a amostra também foram removidos, pois foram considerados como publicações de nicho, que não necessariamente refletem as tendências da pesquisa na área de educação em engenharia. Após estes tratamentos, foi criado um outro subconjunto de dados, que não teria mais publicações removidas e podia prosseguir para análise; tal conjunto continha **17.473** publicações.

Para iniciar as análises, os campos de título, resumo e palavras-chave dos autores foram unificados em um único campo. A este campo, foi aplicado o recurso de extração de termos por processamento natural de linguagem do software *VantagePoint*, que permitiu a identificação de termos recorrentes na amostra. A essa lista de termos recorrentes foi aplicado o recurso *list cleanup* do software, que tem por objetivo agrupar termos de significado semelhante dentro de um único termo, para facilitar sua representatividade. Como exemplo, é possível citar o termo “*education*”, que acaba agrupando “*educating*”, “*educated*”, entre outros. Este processo é inicialmente realizado automaticamente pelo programa, e depois passa por revisão manual. Devido à ampla quantidade de termos, a verificação manual foi feita até os grupos de termos com pelo menos 100 correspondências na amostra. Foi possível, portanto, corrigir alguns agrupamentos feitos pelo algoritmo, mas que não faziam muito sentido ao contexto; por exemplo “*engine*” e seu plural, “*engines*” eram agrupados no termo “*engineering*”, e apesar de serem termos correlatos, possuem significados distintos, ainda mais ao se considerar o contexto educacional objetivado.

Esse novo campo, chamado de “A+K+T (cleaned)”, é composto pelos termos extraídos por processamento natural de linguagem e que passaram pelo processo de *list cleanup*, e forma o núcleo de tudo o que foi possível identificar tematicamente das pesquisas recuperadas pela bibliometria. Porém, a quantidade de termos nesse novo campo (242.493) é grande demais para ser analisada por si só. Sendo assim, foi construído um thesaurus que fosse capaz de sintetizar

todos esses termos no formato dos termos da *Engineering Education Research Taxonomy*. Tal taxonomia oferece um importante respaldo para este procedimento, uma vez que foi elaborada por pesquisadoras renomadas da área de educação em engenharia em parceria com uma empresa especializada na construção de taxonomias, com o objetivo de descrever suficiente e sinteticamente as temáticas que perpassam a pesquisa científica de educação em engenharia. A taxonomia, por sua vez, é estruturada hierarquicamente em 6 níveis; portanto a primeira dúvida com relação à sua transformação em um thesaurus era acerca da necessidade ou não de representar os termos de todos os níveis. Após uma cuidadosa avaliação da taxonomia, foi decidido que os termos agrupados seriam os de segundo nível, pois ofereciam um bom equilíbrio entre especificidade e quantidade de termos suficiente para uma representação gráfica. O formato utilizado para o agrupamento do thesaurus está descrito na Figura 4-2.

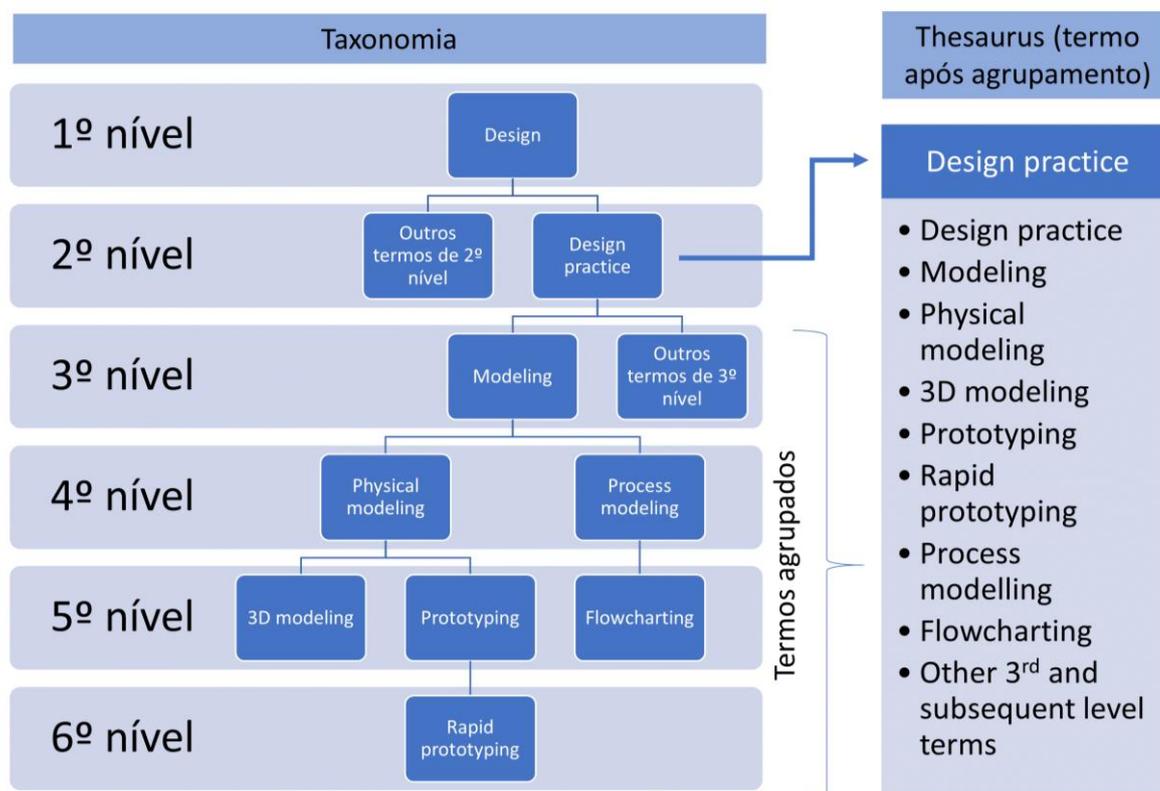


Figura 4-2: Método de agrupamento do thesaurus.

A construção do thesaurus se deu através da cuidadosa adição de cada termo individual da taxonomia, com atenção especial à adição de sinônimos ou

formas distintas de escrita para o mesmo termo. Tal incorporação de formas alternativas é de grande importância tendo em vista dois pontos principais: o primeiro é que o inglês é um idioma com variações de escrita regionais, e também extensamente utilizado por não-nativos, levando frequentemente ao uso de termos diferentes daqueles que inicialmente são propostos por aqueles que o tem como primeira língua (a taxonomia, por exemplo, foi elaborada por falantes nativos); o segundo ponto é que tal taxonomia foi divulgada e adotada como referência pelas principais revistas da área em 2016, o que significa que todas as publicações anteriores a este ano poderiam empregar termos sinônimos por não terem um padrão a seguir. Todos os termos da taxonomia e suas formas alternativas foram checadas uma a uma dentro do conjunto de dados trabalhado, como forma de garantia de que as publicações associadas tratam dos assuntos previstos dentro da taxonomia. A versão final do thesaurus encontra-se reproduzida no Apêndice C.

Após a elaboração e revisão por pares especializados do Núcleo de Informação Tecnológica em Materiais (NIT-Materiais), o thesaurus foi aplicado ao campo “A+K+T (cleaned)”, gerando uma nova lista dos termos de 2º nível da taxonomia, usados para as análises discutidas. A partir daí, foi criado um outro subconjunto de dados, que conta apenas com as publicações que contêm a participação de pelo menos uma instituição estadunidense. Este subconjunto foi utilizado nas análises pertinentes especificamente ao contexto do Movimento Materiais, uma vez que as parcerias que podem ser concretizadas pelo programa são exclusivamente com instituições dos EUA.

As etapas seguintes de análise foram feitas com auxílio do programa VOSviewer, que elabora redes a partir de dados de co-ocorrência. Para tanto, as informações das redes de co-ocorrência desejadas foram exportadas do VantagePoint, e importadas no VOSviewer. Neste segundo programa, os parâmetros de visualização foram ligeiramente manipulados para facilitar as visualizações pretendidas.

Dois últimos aspectos que merecem destaque com relação ao tratamento realizado no VOSviewer são as atribuições de categorias especiais aos itens

para gerar visualizações específicas, e a construção de padrões de cores também para uso em outras visualizações. As atribuições de categoria foram realizadas manualmente, com a edição dos arquivos de texto gerados pelo próprio programa, e agrupavam determinados termos de interesse; por exemplo, em uma das visualizações da seção de resultados, os termos de maior ocorrência eram representados de maneira interconectada em uma rede, mas a atribuição de categorias foi necessária para que a categoria de primeiro nível da taxonomia ao qual os termos da visualização pertencem ficasse aparente. Já a construção de padrões de cores buscava destacar elementos das redes com o uso de mais cores do que o possível com os padrões do programa; tomando o exemplo citado anteriormente das categorias de primeiro nível da taxonomia: são 14 as categorias, o que significa que para representá-las por cor, era necessário uma paleta em que as cores sejam facilmente reconhecidas e significativamente diferentes umas das outras para não gerar interpretações errôneas. Para tanto, foram utilizadas ferramentas que geram paletas de cores, e a paleta de maior contraste foi codificada em um arquivo de texto que podia ser interpretado pelo programa.

Todos estes procedimentos empregados na seleção, filtragem, tratamento e análise dos dados foram planejados para permitir os resultados que fossem interpretados mais intuitivamente possível, e que também pudessem se alinhar aos objetivos deste trabalho. Dessa forma, há confiança nos dados apresentados nas próximas seções.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 PERFIL DOS DISCENTES DA ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UFSCAR

Antes de avaliar a visão dos docentes e discentes do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar, foi feita uma caracterização do perfil dos alunos que já passaram pelo curso. A partir disso, foi possível entender alguns pontos de interesse para melhoria do curso, que complementaram as informações extraídas do questionário das percepções discentes e docentes.

Todas as análises apresentadas a seguir, exceto quando explicitado ao contrário, consideram *vagas* do curso de engenharia de materiais da UFSCar. Isso porque uma mesma pessoa pode ocupar mais de uma vaga do curso, por exemplo, se reingressou no mesmo em algum momento. Outra observação importante sobre a estrutura de análise é que, devido à existência do curso há 50 anos, a maioria dos dados que são investigados numa perspectiva histórica seria dificilmente representada ano a ano. Dessa forma, optou-se por agrupar os dados em quinquênios: 1970–1974, 1975–1979, e assim sucessivamente.

5.1.1 PARTICIPAÇÃO FEMININA NO CURSO

A baixa presença feminina nos cursos de engenharia é uma discussão de destaque na literatura de EE. É frequentemente argumentado que esta é, na média, muito baixa, e que esforços devem ser despendidos para atrair mais a este público, de forma que a população dos cursos de engenharia seja mais representativa da população brasileira em geral. Assim, foi traçada uma perspectiva histórica da presença feminina na engenharia de materiais da UFSCar.

Observando a narrativa proposta pela Tabela 5-1, vemos que a média da participação feminina na engenharia de materiais da UFSCar passa por um aumento consistente desde os valores tímidos dos primeiros anos de existência do curso. De qualquer modo, os valores atuais, apesar de muito mais representativos da população do que os valores dos anos iniciais, indicam que ainda há a

necessidade de se tomarem ações especificamente voltadas para atrair mais esse público ao curso.

Tabela 5-1: A participação feminina na Engenharia de Materiais da UFSCar (total de pessoas).

Quinquênio	<i>Ingressantes</i>				<i>Formados</i>
	Total	Homens	Mulheres	Participação feminina	Participação feminina
1970–1974	247	235	12	4,86%	2,94%
1975–1979	274	250	24	8,76%	6,03%
1980–1984	290	277	13	4,48%	8,99%
1985–1989	252	216	36	14,29%	3,91%
1990–1994	310	263	47	15,16%	16,14%
1995–1999	313	257	56	17,89%	16,88%
2000–2004	311	256	55	17,68%	19,84%
2005–2009	337	266	71	21,07%	16,23%
2010–2014	446	325	121	27,13%	24,00%
2015–2019	390	278	112	28,72%	30,17%
<i>Total</i>	3170	2623	547	17,26%	16,45%

Um estudo recente averiguou a presença feminina em cursos de engenharia de todo o Brasil, com base em dados de edições recentes do ENADE ⁸⁰, e tem seus resultados resumidos pela Figura 5-1. Deve-se ressaltar que os dados da Tabela 5-1 se referem à participação feminina dentre os formados, enquanto os dados do ENADE são relativos apenas aos estudantes próximos da conclusão do curso. Apesar de isso não ser garantia de que os estudantes que prestaram a prova realmente se formaram, é um indicativo que é comparado de maneira mais sensata com os dados de formados nos dados analisados. Sendo assim, em comparação com os dados relatados pelos pesquisadores, vemos que a Engenharia de Materiais da UFSCar está em um patamar próximo ao de cursos de engenharia civil para os últimos anos, com presença feminina dentre os formados entre 25 e 30%.

É notável a comparação com alguns outros cursos de engenharia, como Florestal, Química e Ambiental, que parecem contar com um equilíbrio de estudantes mais próximo da realidade brasileira de distribuição de sexo — segundo o Censo de 2010 do IBGE, 51,03% da população brasileira era do sexo feminino ⁸¹. Além disso, as Sinopses Estatísticas da Educação Superior vêm apontando,

de 2011 a 2018, uma média de 61% dos concluintes de cursos de graduação no país como sendo do sexo feminino ³³, o que ressalta a posição das engenharias em uma dinâmica diferente de outros cursos superiores.

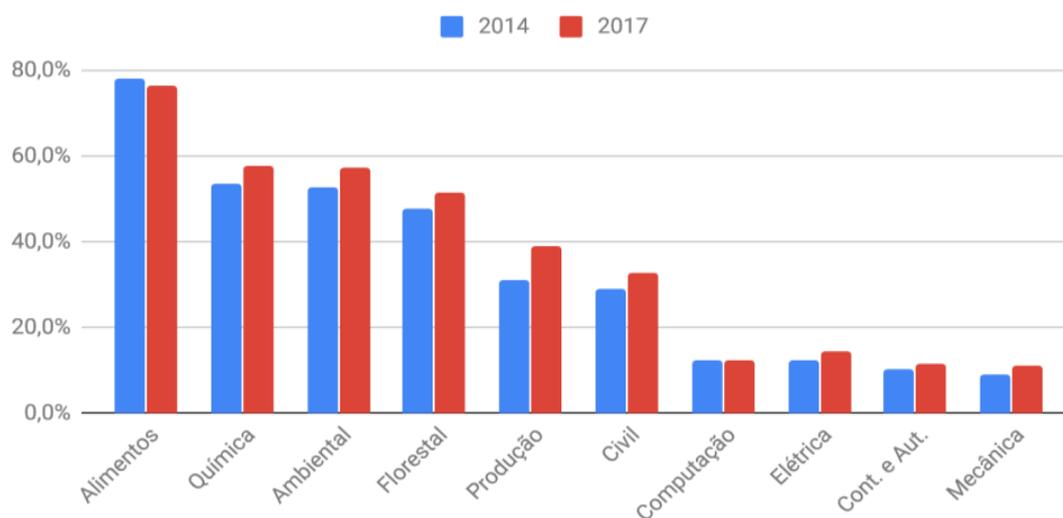


Figura 5-1: Porcentagem de pessoas do sexo feminino que prestaram o ENADE 2014 e o ENADE 2017 em diferentes especialidades de engenharia. Retirado de ⁸⁰.

Esta limitação da participação feminina nos cursos de engenharia não se aplica apenas ao Brasil, sendo uma problemática identificada e estudada internacionalmente. Nos EUA, por exemplo, a média de participação feminina dentre os formandos em engenharia no ano de 2018 ficou em 21,9%, com a Engenharia de Materiais e Metalúrgica (o relatório agrupa as duas especialidades num só indicador) ocupando a posição mais alta, de 32,2% ⁸². Na Europa, a situação não é muito diferente: um levantamento com dados de 2012 apontava uma média de formandas em cursos de engenharia igual a 30% na Espanha, 17% na França, 29% na Áustria, 21% no Reino Unido, 31% na Lituânia e 39% na Sérvia ⁸³.

Nesse sentido, a Engenharia de Materiais da UFSCar ainda tem grandes possibilidades de progredir para uma realidade mais igualitária através de ações de divulgação e atração. Ações específicas para esse público são defendidas para ajudar a contornar as barreiras que se apresentam exclusivamente a tal, dentre as quais são citadas na literatura: o sentimento de incapacidade induzido por estereótipos, cultura sexista ao delegar tarefas no ambiente de trabalho, entre outras ⁸⁴. Algumas outras universidades/cursos de engenharia no Brasil têm

exemplos de programas pertinentes para promover o interesse em engenharia e na área de ciências exatas para meninas que podem servir como inspiração:

- Oficinas técnicas e não técnicas para a população em geral ^{85, 86};
- Divulgação científica ⁸⁷;
- Visitas em universidades e laboratórios ⁸⁶;
- Desenvolvimento de projetos com estudantes de ensino médio ⁸⁸.

A UFSCar e o Departamento de Engenharia de Materiais já realizam muitas dessas atividades de divulgação relevantes ao curso, como a Escola de Férias em Engenharia de Materiais, as ACIEPEs^e “Cientistas e Engenheiros do Futuro” e “Estudantes Embaixadores do Curso de Engenharia de Materiais da UFSCar”. Porém, uma possibilidade é que, ao invés de criar programas totalmente novos, sejam incorporados apelos específicos a mulheres nestas atividades, como uma sessão apenas com pesquisadoras mulheres do departamento durante a Escola de Férias.

5.1.2 EVASÃO NO CURSO

Seguindo com a análise do perfil dos alunos da EMa UFSCar, um outro olhar que pode ajudar a revelar pontos de melhoria na forma como o curso se estrutura é aquele sobre a evasão dos estudantes do curso. A universidade traz diversas categorias que ficam registradas no sistema como razões para perda de vínculo dos estudantes, além, é claro, da classificação “Formado(a)”, não conveniente para análise de evasão. São elas:

- Cancelado: é quando o(a) estudante formaliza um pedido de cancelamento de sua matrícula frente à universidade;

^e As Atividades Curriculares de Integração entre Ensino, Pesquisa e Extensão (ACIEPE) são disciplinas eletivas que podem ser ofertadas na UFSCar. Tais disciplinas têm como objetivo aproximar a universidade com a sociedade local por meio de projetos executados por docentes, alunos e servidores técnico-administrativos da instituição.

- Cancelado reaproveitamento vaga vestibular: é quando o(a) estudante realiza o cancelamento de sua matrícula, mas antes de todas as chamadas do vestibular de ingresso serem realizadas. Dessa forma, a vaga do desistente ainda é aproveitada para convocar outros candidatos à matrícula. Por ser uma categoria introduzida em 2019 no sistema da universidade, não há muitos estudantes aos quais se aplica;
- Desligado: é quando a universidade encerra por sua própria vontade o seu vínculo com o(a) aluno(a). Aplicado a casos em que o(a) mesmo(a) sofreu algum processo dentro da universidade (por exemplo, por fraude).
- Falecido: aplicado aos estudantes que falecem enquanto regularmente matriculados no curso;
- Jubilado: aplicado aos estudantes que excedem o tempo máximo permitido pelas regras da universidade para conclusão do curso;
- Perda vaga desempenho mínimo: ocorre quando o(a) aluno(a) não satisfaz os requisitos mínimos de desempenho no curso, estabelecidos pela própria universidade. Atualmente os requisitos são ter aprovação em um total de pelo menos 08 créditos nos últimos dois semestres regulares cursados. Caso seja o primeiro semestre que o aluno está cursando, o requisito é ser aprovado em pelo menos 04 créditos;
- Perda vaga rematrícula: se aplica quando o(a) estudante não formaliza seu procedimento de rematrícula. No modelo atual de funcionamento da universidade, os estudantes precisam se re matricular semestralmente através de um sistema *online* para manter seu vínculo;
- Transferência externa: se aplica aos estudantes que foram transferidos para outra instituição de ensino superior através de editais de transferência externa;
- Transferência interna: se aplica aos estudantes que foram transferidos para outros cursos dentro da própria universidade através de editais de transferência interna.

Aliando estas diferentes categorias a diferentes períodos do curso, e ao tempo de permanência destas pessoas antes de encerrarem seus vínculos, é possível obter alguns discernimentos importantes sobre o curso, como fica evidente pela Tabela 5-2 e pela Figura 5-2.

Na Tabela 5-2, deve-se enfatizar dois aspectos em se tratando de uma observação temporal. O primeiro aspecto é que o curso teve ampliação do número de vagas disponíveis para ingressantes ao longo dos anos: inicialmente eram 40 vagas, que foram expandidas para 50 em 1978, então para 60 em 1991, e finalmente para 80 em 2009. Dessa forma, o valor bruto de pessoas que têm seus vínculos com a universidade encerrados antes de sua formatura tende a aumentar simplesmente pelo aumento do número de ingressantes. O segundo aspecto de interesse é que ainda há ingressantes dos quinquênios 2010–2014 e 2015–2019 vinculados oficialmente à universidade, o que significa que os valores para estes quinquênios ainda podem aumentar até que todos estes vínculos sejam finalizados.

Com estes dois aspectos em mente, o primeiro fator que logo chama a atenção é a suposta tendência de crescimento no número de pessoas que não terminam o curso. Apesar de, a princípio, ser possível enxergar uma correlação entre esses dois dados, principalmente ao se considerar os dados brutos de evasão para os últimos 10 anos, uma análise da porcentagem de vagas do curso que resultaram em perda do vínculo com a universidade em relação ao total de ingressantes mostra que há, na verdade, uma variabilidade muito alta para se afirmarem correlações.

Tabela 5-2: Visão temporal das razões para perda de vínculo com a UFSCar para alunos da Engenharia de Materiais, de acordo com quinquênios de ingresso.

Perda de vínculo com a UFSCar (por ano de ingresso)											
Categoria	1970–1974	1975–1979	1980–1984	1985–1989	1990–1994	1995–1999	2000–2004	2005–2009	2010–2014	2015–2019	Total
Média/ano	8	13,6	23	13,6	18,2	18,6	7,6	17	34,2	20,8	17,8
% não concl.	16%	25%	40%	26%	26%	27%	12%	22%	36%	25%	26%
Não concluintes	40	68	115	68	91	93	38	85	171	104	873
Cancelado	4	8	3	15	6	17	10	16	46	29	154
Cancelado Reaproveitamento Vaga Vestibular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Desligado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Falecido	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Jubilado	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	5
Perda de Vaga Desempenho Mínimo	0	0	0	6	26	27	5	23	81	35	203
Perda de Vaga Não Confirmação Matrícula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Perda de Vaga Rematrícula	30	53	103	42	52	40	20	37	9	9	395
Transferência Externa	2	3	4	2	0	1	1	0	3	0	16
Transferência Interna	4	4	4	3	7	7	2	7	29	21	88

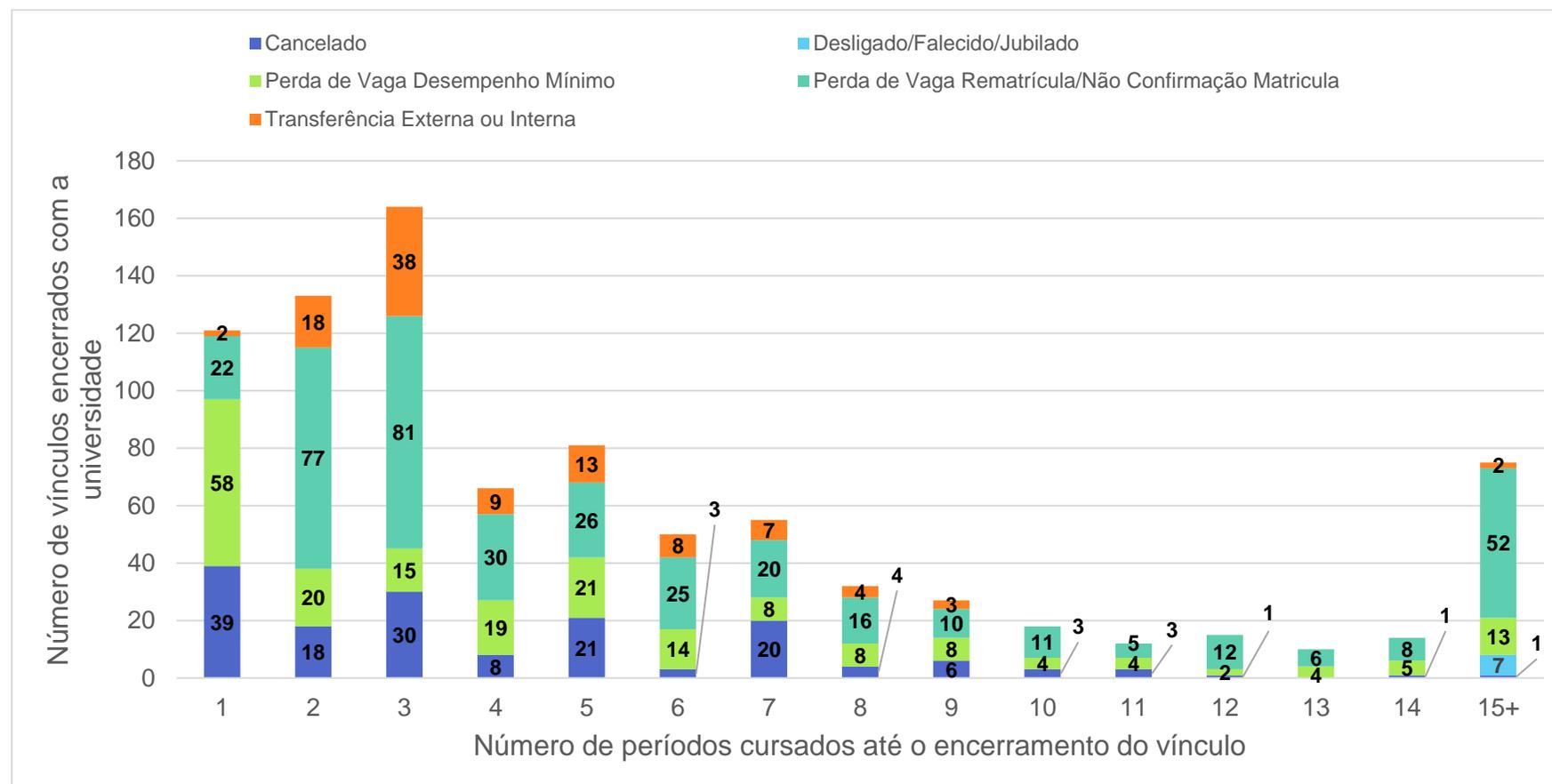


Figura 5-2: Quantidade de vínculos encerrados com a UFSCar de acordo com a quantidade de períodos cursados integral ou parcialmente no curso de engenharia de materiais até a perda do vínculo. Separado por tipo de encerramento de vínculo.

Um grande exemplo para tal variabilidade é o quinquênio 1980-1984, que apresentou um pico repentino de evasão quando comparado aos quinquênios vizinhos, culminando com os ingressantes do ano de 1981, dos quais 51% evadiram. Similarmente, porém, podemos observar alguns vales acentuados dentro a porcentagem de evadidos do curso, nos quinquênios de 1970-1974 e de 2000-2004. Com estes picos e vales históricos em mente, fica difícil estabelecer uma correlação exclusiva entre o índice evasão e o ano de ingresso, demonstrado por uma tentativa de se realizar uma regressão linear dos dados, que apresenta um baixo coeficiente de Pearson, de aproximadamente 0,0755, indicando que a relação linear entre as duas variáveis não é forte.

Torna-se interessante então considerarmos outros aspectos que podem influenciar na evasão, afinal, dificilmente não haveria mudanças significativas em momentos específicos dessa trajetória de 50 anos. Para isso, voltemos nossa atenção à Figura 5-2 para traçarmos um outro paralelo entre evasão e tempo: considerando o tempo de permanência no curso antes da evasão.

Um primeiro olhar se mostra revelador ao apontar que, apesar de a taxa de evasão do curso ser alinhada às tendências observadas mundialmente — de que a maior taxa de evasão no ensino superior é observada no primeiro ano dos cursos ⁸⁹ — a maior taxa em um único período da EMa UFSCar ocorre em seu terceiro semestre. Uma possibilidade é de que, por se tratar de um curso de engenharia, em que as disciplinas específicas da especialidade escolhida pelo estudante só começam a aparecer significativamente a partir do terceiro semestre, os estudantes não se sintam confortáveis de tomar a decisão de deixar o curso enquanto ainda cursam apenas disciplinas básicas de matemática, física e química.

Como apoio a esta hipótese, podemos destacar que quase a metade da evasão após cursar apenas o primeiro semestre se dá por desempenho mínimo que não satisfaz os requisitos da universidade. Enquanto isso, ao olharmos para os dados de estudantes que evadiram após cursarem três semestres, vemos uma quantidade expressiva de evasão por transferências e por não rematrícula — este último também muito expressivo para estudantes que cursaram apenas dois

semestres — sugerindo que uma parcela significativa dos evadidos no terceiro semestre não possuem desempenho como fator determinante para deixar o curso.

As transferências devem ser analisadas com cuidado, pois as internas podem ter um significado bem diferente das externas. As transferências internas podem sinalizar uma insatisfação ou desinteresse com a habilitação específica de engenharia que o aluno estava cursando. Isso porque, dentro da UFSCar, os estudantes só podem realizar transferência interna para outros cursos que se encaixem na mesma carreira de sua área de conhecimento⁹⁰, tipicamente outros cursos de engenharia, conforme informado nos editais disponíveis para consulta no site da Pró-Reitoria de Graduação da UFSCar⁹¹.

Três hipóteses são levantadas para explicar essa modalidade de transferência: a) o aluno transferido já havia entrado no curso com a intenção de transferir para outra engenharia, mas optou por ingressar na Engenharia de Materiais por ter menor concorrência do que seu curso de real interesse; b) o aluno ingressou apenas tendo a intenção de cursar alguma engenharia, mas conforme avançou na habilitação específica, percebeu que não se identifica com a área de materiais; c) o aluno ingressa interessado especificamente em engenharia de materiais, mas acaba perdendo o seu interesse nessa habilitação por conta de alguma desilusão, seja com conteúdo, com colegas e docentes, ou com infraestrutura do departamento. Com relação às transferências externas, podemos levantar a hipótese de que se tratam de estudantes insatisfeitos com a universidade em algum aspecto: seja esse aspecto a infraestrutura, o relacionamento com colegas e docentes, ou mesmo a distância da família e amigos pela localização da universidade.

Sobre a não rematrícula, podemos criar duas hipóteses: a primeira é que os estudantes genuinamente tiveram dificuldades em realizar o procedimento de rematrícula, o que é improvável, dado que o procedimento é via internet atualmente. No entanto, é possível que esse tenha sido o caso para alguns alunos nas décadas de 1970 e 1980, em que possivelmente era realizada em meio presencial ou pelo envio de documentos por correio, representando barreiras

físicas. Já a segunda hipótese é que os estudantes que não efetuam a rematrícula desistiram do curso, mas preferiram prosseguir dessa forma ao invés de declarar formalmente o cancelamento de suas vagas.

Assumindo tais hipóteses, fica simples entender por que as razões apontadas são as mais proeminentes nos momentos após dois ou três períodos cursados. Afinal, após esse período, o aluno já teve uma certa vivência no curso que facilita a não identificação pessoal ou profissional com ele, o que também se alinha com o discutido por Silva Filho et al.⁸⁹ no trecho:

“(...) as questões de ordem acadêmica, as expectativas do aluno em relação à sua formação e a própria integração do estudante com a instituição constituem, na maioria das vezes, os principais fatores que acabam por desestimular o estudante a priorizar o investimento de tempo ou financeiro, para conclusão do curso. Ou seja, ele acha que o custo benefício do ‘sacrifício’ para obter um diploma superior na carreira escolhida não vale mais a pena.”

⁸⁹

Um outro ponto que merece destaque, no entanto, é a evasão por não apresentar o desempenho mínimo exigido pela universidade, que representa praticamente metade da perda de vínculos para este momento. Isso pode sinalizar que uma parcela significativa dos recém-ingressos apresentam uma certa dificuldade com algum aspecto da vida universitária, dentre os quais a literatura aponta: a mudança no estilo de vida ao morar longe da família e ter que balancear atividades de estudo com atividades domésticas, lazer e outras responsabilidades individuais; a dificuldade em acompanhar conteúdo das disciplinas, seja por alguma deficiência no seu aprendizado durante o ensino médio, ou pelas abordagens distintas entre professores universitários e professores de ensino médio, ou mesmo um choque de expectativas e realidades sobre rigor acadêmico; falta de orientação vocacional; entre outros^{92, 93}.

Adicionalmente, se fizermos um recorte para examinarmos apenas os alunos que ingressaram no curso nos quinquênios 2010–2014 e 2015–2019, perceberemos que houve um aumento expressivo na evasão por desempenho e por transferências (ver Tabela 5-2). A adoção do Sistema de Seleção Unificado (SiSU) como forma de ingresso na UFSCar a partir do ano letivo de 2011 coincide com

esse período. A literatura existente sobre os impactos do SiSU nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) brasileiras já investiga como a atualização diária de notas de corte antes da data de fechamento do sistema afeta as escolhas dos candidatos. Melo ⁹⁴, através de entrevistas com alunos de uma IFES que cogitavam abandonar seus cursos, constatou que a nota que eles obtiveram no ENEM para seleção pelo SiSU era um dos fatores recorrentes quando comentavam sobre suas escolhas profissionais. Abaixo, segue um relato de um estudante que resume o sentimento dos outros entrevistados no estudo:

“Eu sempre achei que o SiSU é um destruidor de sonhos porque você quer fazer uma coisa, aí você não tem nota, mas muitas vezes, por orgulho, você acaba colocando a sua nota pra outra coisa, pra dizer que passou em alguma coisa (...).”⁹⁴

Apesar da introdução relativamente recente do SiSU, análises de evasão em cursos de graduação das instituições que adotaram o sistema já indicam mudanças nesses índices ^{95, 96}.

5.1.3 TEMPO MÉDIO DE CONCLUSÃO DO CURSO

Adicionalmente, outra análise de interesse realizada com os dados em questão está representada na Tabela 5-3, em que está retratado o tempo médio para conclusão do curso de engenharia de materiais da UFSCar, novamente considerando os quinquênios anteriormente trabalhados.

Tabela 5-3: Tempo médio de conclusão do curso, em semestres (por ano de ingresso para formados).

Opção Curricular	1970 – 1974	1975 – 1979	1980 – 1984	1985 – 1989	1990 – 1994	1995 – 1999	2000 – 2004	2005 – 2009	2010 – 2014	2015 – 2018	Média total
Geral	11,1	10,7	10,9	10,5	10,6	11,1	11,5	11,8	12,0	5,5	11,2
Não-categorizados	10,9	10,3	3,6	10,0	-	-	-	-	-	-	10,5
Cerâmicas	-	14,6	11,3	10,4	10,2	11,3	11,7	12,0	11,6	-	11,2
Metais	36,0	14,6	10,7	10,1	11,5	11,7	11,8	11,9	12,1	6,0	11,7
Polímeros	-	12,6	10,9	10,7	10,4	10,8	11,2	11,6	12,1	5,0	11,0

Mais uma vez, o quinquênio 2010–2014 ganha destaque por apresentar um aumento em relação aos quinquênios anteriores. Foi nesse período, durante os anos de 2011 a 2015, que o programa Ciência Sem Fronteiras, do Governo Federal, concedeu bolsas de intercâmbio a 64.000 estudantes de graduação⁹⁷. Somente na UFSCar, foram mais de 1.500 alunos de graduação agraciados pelo programa, e especificamente no ano de 2015, foram 19 alunos da Engenharia de Materiais⁹⁸. Não foram encontrados dados sobre a participação de alunos do curso durante toda a duração do programa, mas é razoável assumir que, em 4 anos de concessão de bolsas, mais alunos tenham sido agraciados. Assim, é sensata a hipótese de que o intercâmbio tenha contribuído para o aumento do tempo médio para conclusão do curso, uma vez que o programa prevê um ano de estadia no exterior, e não há garantia de equivalência para as disciplinas cursadas, exigindo que o intercambista curse mais períodos ao retornar para a UFSCar.

Os alunos também podem ter voluntariamente estendido seu tempo de curso por conta de aspectos como: a redução da perspectiva de emprego a partir de meados de 2013⁹⁹, a exigência de vínculo de 1 ou 2 anos de estágio se tornando mais comum em empresas e a concessão de intercâmbios em modalidades como BRAFITEC (convênio Brasil–França) e BEPE (intercâmbio científico para bolsistas FAPESP).

Além disso, é importante destacar que a Tabela 5-3 apresenta valores baixos na coluna referente ao quinquênio 2015-2018. Isso porque alunos ingressantes nesses anos ainda não tinham completado o tempo proposto para conclusão de curso no momento em que os dados foram recuperados. Portanto os valores ficam baixos por considerarem o tempo de conclusão de intercambistas e alunos que ingressaram com equivalências em disciplinas, por exemplo.

5.1.4 PERFIL DE ÊNFASES DOS FORMADOS

Por fim, algo que não poderia deixar de se destacar é o impacto histórico do curso na formação de engenheiros de materiais para o país, como ressaltado pela Tabela 5-4. Como primeiro curso do tipo no Brasil, é interessante apreciar

a quantidade de engenheiros e engenheiras resultantes do esforço institucional, docente e discente, que ajudaram a consolidar a profissão e levar ao seu reconhecimento pelo CONFEA.

Tabela 5-4: Total de graus concedidos pelo curso de EMA da UFSCar por quinquênio de ingresso e ênfase.

Categoria	1970 – 1974	1975 – 1979	1980 – 1984	1985 – 1989	1990 – 1994	1995 – 1999	2000 – 2004	2005 – 2009	2010 – 2014	2015 – 2019	Total
Não-categorizados	206	182	5	1	0	0	0	0	0	0	394
Mulheres N.C.	12	16	1	0	0	0	0	0	0	0	29
Homens N.C.	194	166	4	1	0	0	0	0	0	0	365
Polímeros	0	12	86	105	145	131	124	113	72	4	792
Mulheres Pol.	0	0	5	14	16	31	23	32	30	1	152
Homens Pol.	0	12	81	91	129	100	101	81	42	3	640
Metais	2	8	42	48	56	69	106	161	113	2	607
Mulheres Met.	0	1	0	2	5	5	11	30	36	0	90
Homens Met.	2	7	42	46	51	64	95	131	77	2	517
Cerâmicas	0	5	45	43	66	52	60	45	38	2	356
Mulheres Cer.	0	0	5	12	21	12	16	13	14	0	93
Homens Cer.	0	5	40	31	45	40	44	32	24	2	263
Total de graus concedidos	208	207	178	197	267	252	290	319	223	8	2149
Mulheres	12	17	11	28	42	48	50	75	80	1	364
Homens	196	190	167	169	225	204	240	244	143	7	1785

A escolha de ênfases pelos discentes é de especial interesse para os gestores do curso, dada sua estrutura. Em períodos anteriores ao quinquênio 1980–1984, não há registros da escolha de ênfase dos alunos, então estes foram classificados como “não-categorizados”. Não foi possível traçar a razão para a falta dos registros de ênfases nesses períodos.

Os dados referentes à escolha de ênfases pelos alunos de graduação são representados na Tabela 5-4 e na Figura 5-3, trazendo três importantes observações. Primeiramente, a ênfase mais escolhida pelos alunos muda de acordo com a época analisada: ao considerarmos os dados de ingressantes a partir de 1980, é possível observar que, até o início dos anos 2000, a ênfase de materiais poliméricos ficou confortavelmente no topo das escolhas dos alunos. Para a turma ingressante em 2002, a ênfase de materiais metálicos ultrapassou a de materiais poliméricos pela primeira vez, mas foi a partir da turma de 2006 que a situação se estabilizou na preferência pelos materiais metálicos até recentemente. Vale lembrar que as turmas com ingresso a partir de 2015 não foram contabilizadas na Figura 5-3, pois ainda não possuíam quantidade significativa de formados na data em que os dados foram recuperados.

Outro ponto de destaque é a análise da distribuição de gênero por ênfase. Para materiais poliméricos, metálicos e cerâmicos, as porcentagens de participação feminina ao longo da história do curso foram, respectivamente, de 19,2%, 14,8%, e 26,1%. O destaque para o baixo valor observado na ênfase de materiais metálicos é acentuado ao verificar os dados por quinquênios exibidos na Tabela 5-4, uma vez que a ênfase alcançou 10% de participação feminina apenas no período de 2005–2009, o que indica que a área teve historicamente algum tipo de desestímulo à entrada de estudantes do sexo feminino. Atualmente, porém, as taxas de participação feminina na área de metais já são mais comparáveis às das outras ênfases, o que indica que esta barreira está em processo de desconstrução.

Por fim, a Figura 5-3 mostra que, historicamente, a ênfase de materiais cerâmicos frequentemente foi a de menor interesse pelos alunos do curso, principalmente a partir de meados de 1996. Dessa forma, é importante entender os fatores que levam os estudantes a definirem suas ênfases durante o curso. A princípio, alguns paralelos podem ser traçados com relação aos estudos que tratam da identificação dos estudantes com a carreira de engenharia, e com o desenvolvimento de sua identidade profissional, fatos amplamente explorados na literatura com relação a escolhas que antecedem o ingresso na universidade.

Porém, neste caso o(a) aluno(a) já teve tempo de vivência dentro do curso, e alguns outros fatores podem contribuir para tal escolha.

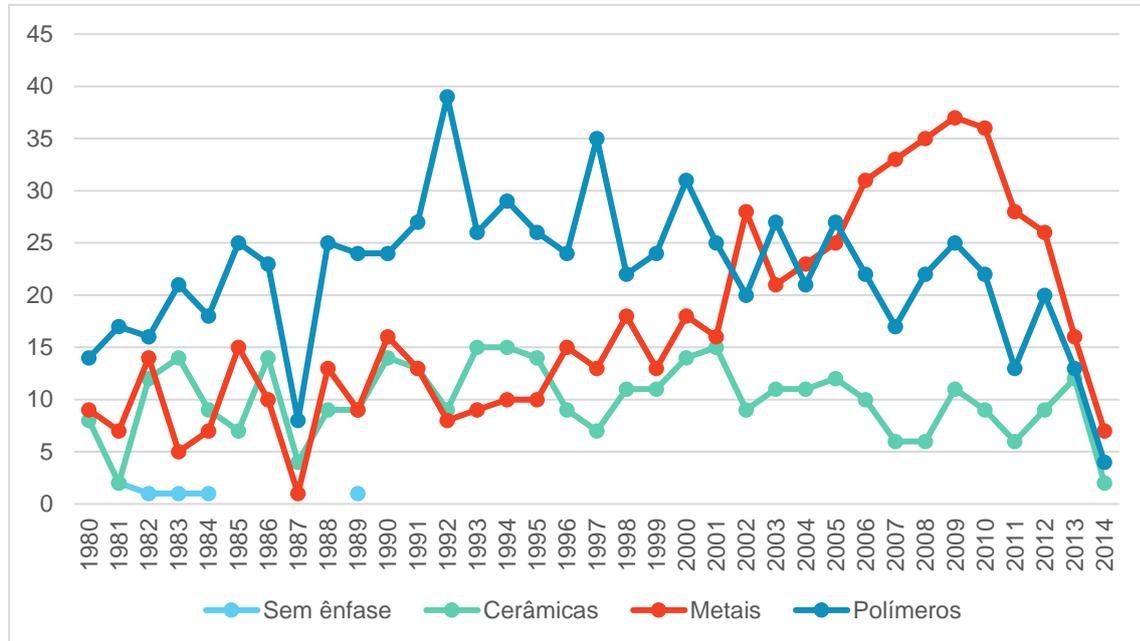


Figura 5-3: Evolução do número de formados em cada ênfase do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar de acordo com o ano de ingresso no curso.

Portanto, além da identificação do estudante com determinados tipos de indústria que tenham maior sintonia com sua identidade profissional em formação, é possível que exista contribuição de fatores como as dificuldades em disciplinas técnicas enfrentadas pelo estudante, dos docentes que lecionam em cada área, por experiências positivas ou negativas em disciplinas prévias que fossem focadas em determinado tipo de material, ou até mesmo percepção de prestígio de cada área. A verificação destas hipóteses, porém, seria alvo de um trabalho específico e aprofundado sobre as ênfases, que preferencialmente pudesse contar com visão histórica delas em construção do corpo de conhecimento, evolução docente, e perspectivas de alunos que as escolheram em determinados momentos.

5.1.5 TÓPICOS DISCUTIDOS EM TERMOS DA EERT

É bem significativa, portanto, a quantidade de informações que foi possível extrair através da construção do histórico dos estudantes do curso de engenharia

de materiais da UFSCar, e, conforme amplamente discutido após a apresentação de cada figura e tabela, foi possível identificar diversos pontos passíveis de investigação adicional mais aprofundada, e até mesmo alguns gargalos que já podemos ter em mente ao analisar os indicadores de percepção do curso, e a literatura mundial.

Para isso, portanto, no Quadro 5-1 ficam listadas as correspondências de termos da taxonomia de pesquisa em EE para os pontos passíveis de melhoria identificados nessa análise do histórico de discentes. Os termos são todos de segundo nível, pois é aquele em que as análises bibliométricas foram conduzidas.

Quadro 5-1: Assuntos abordados na discussão sobre o histórico de discentes, e os termos correspondentes na EERT.

Assunto tratado	Termo(s) na EERT
Diversidade de gênero no curso de EMa da UFSCar	<i>Diversity concerns</i> <i>Types of diversity</i>
Evasão do curso	<i>Retention^f</i>
Transferências internas/externas	<i>Engineering curriculum</i> <i>Developmental theory</i>
Cancelamento de vaga	<i>Engagement</i>
Desempenho acadêmico e adaptação à vida universitária	<i>Academic support</i> <i>Preparation</i> <i>Student development</i> <i>Advising</i>
Seleção para os cursos de engenharia	<i>Recruitment</i>
Tempo para conclusão do curso	<i>Retention</i>
Escolha de ênfases e desenvolvimento de identidade profissional	<i>Careers</i> <i>Engineering profession</i>

^f Apesar de a tradução de “Retention” ser “Retenção”, é a correspondência adequada para evasão dentro da taxonomia, pois lá a retenção também é considerada no sentido positivo, de manter os alunos no curso até o final, além do sentido negativo frequentemente associado à palavra, de que o curso mantém os alunos por tempo demais.

5.2 AVALIAÇÃO CPA DA EMA/UFSCAR NA VISÃO DE DOCENTES E DISCENTES

Até 2017, a CPA da UFSCar seguia o mesmo calendário de avaliação trienal de cursos do ENADE, o que significa que, para aquele ano, temos os dados mais recentes de percepções sobre o curso de engenharia de materiais da UFSCar preenchidos em um mesmo momento em que dados foram coletados nacionalmente para cursos de engenharia de materiais de outras IES. A escolha do mesmo período permite que a comparação seja mais direta, pois, ainda que cada universidade e curso tenha suas particularidades, o momento para o país ainda é o mesmo, e as circunstâncias de ingresso e de formação são similares para muitas instituições.

5.2.1 OS MÉTODOS DE ENSINO E AVALIAÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS DA UFSCAR

A primeira discussão relevante a ser feita sobre os dados do questionário da CPA envolvem os resultados que dizem respeito aos métodos de ensino e avaliação empregadas pelos docentes no curso de engenharia de materiais da UFSCar.

A Tabela 5-5 resume a empregabilidade dos métodos de ensino indagados no questionário aplicado aos docentes que atuam na EMA. Ressalvas acerca da definição dos itens são feitas, pois não fica explícito no questionário o que define alguns dos procedimentos didáticos questionados, como “Ensino com pesquisa”, ou “Aula dialogada” — em que cabe a discussão sobre quanta interação é necessária para que uma aula seja considerada dialogada ao invés de expositiva. Conseqüentemente, essas questões ficam à livre interpretação dos docentes, podendo impactar nos resultados observados.

Uma outra observação de interesse a ser feita antes de destacar os resultados é de que diferentes tipos de pessoas se identificam melhor com diferentes tipos de aprendizados, e, conseqüentemente, com diferentes tipos de métodos de ensino e de avaliação ¹⁰⁰. Estas mesmas preferências se aplicam também ao lado docente, uma vez que diferentes professores se identificam mais com

determinados estilos de ensino. Conseqüentemente, o desconhecimento dessas diferenças acaba gerando incompatibilidades para o processo de ensino-aprendizagem — especialmente em casos de dicotomias — que podem se traduzir em deficiências no aprendizado e na motivação caso os professores não tenham ciência disso.

Por isso, em um ambiente universitário como o existente no Brasil atualmente, em que a educação se propõe de maneira aberta e sem distinções para a população ¹⁰¹, especialmente na esfera do ensino público, faz sentido que os ambientes que melhor abracem essa visão sejam aqueles em que haja uma variedade nas formas de se ensinar e de aprender. Isso porque, dessa forma, é possível garantir que todos os estudantes possam vivenciar no ensino superior uma aprendizagem que se comunique minimamente com suas individualidades, independentemente de suas experiências pré-universitárias, o que torna a educação realmente plural.

Tabela 5-5: Classificação em ordem crescente de média para os itens da pergunta “Aponte com que frequência utiliza os seguintes procedimentos didáticos [de ensino]”, aplicada somente a docentes.

Item	Mediana	Média	Desvio padrão
Construção de mapa conceitual	2	2,05	1,20
Discussão de tema por via eletrônica	2	2,10	1,12
Estudo do meio	2	2,41	1,38
Visita	2	2,43	1,30
Estudo dirigido	3	2,94	1,34
Debate	3	3,00	1,37
Seminário	3	3,01	1,44
Estudo de texto	3	3,03	1,29
Estudo de caso	4	3,37	1,34
Ensino com pesquisa	4	3,45	1,23
Aula prática com laboratório	4	3,51	1,51
Aula dialogada	4	3,85	1,31
Aula expositiva	5	4,51	0,71

Essa é uma óptica sob a qual podemos analisar os resultados das Tabelas Tabela 5-5 e Tabela 5-6, e ao realizarmos uma primeira observação, a variedade de métodos imediatamente pode ser questionada. Primeiramente, fica evidente

a universalidade da aula expositiva enquanto método de ensino, e da prova escrita individual enquanto método avaliativo. As duas são mais frequentemente associadas a métodos tradicionais de ensino no ocidente ¹⁰⁰, e para ambas, o valor da média é significativamente superior ao dos itens em segundo lugar nas classificações, ao mesmo passo em que seus desvios padrão são os menores respectivamente. Isso indica que esses procedimentos são empregados de maneira recorrente pelos docentes que atuam no curso de engenharia de materiais da UFSCar.

Outro método de ensino que chama a atenção nesses resultados é o de aula prática com laboratório, que aparece como o terceiro método mais frequentemente utilizado. Isso se deve à noção de que muitos conceitos teóricos complexos da engenharia de materiais podem ser melhor entendidos ao lidar diretamente com os mesmos em casos reais. Porém, o que mais se destaca é o alto desvio padrão associado a este item, que sugere que, ao mesmo tempo em que alguns docentes veem muito valor neste tipo de abordagem e conseguem traduzir os conceitos que abordam em suas disciplinas em experimentos práticos, outros não veem esse valor, ou não encontram maneiras de adaptar suas atividades para esses contextos, mesmo considerando o significado mais abrangente que “laboratório” pode assumir.

O extenso uso de métodos de ensino como debates, seminários, estudos de caso, ensino com pesquisa e aula dialogada, aliado à baixa adoção de visitas, estudos do meio, discussões por via eletrônica e construção de mapas mentais também fornecem outros discernimentos. Notavelmente, podemos ver que os métodos mais frequentemente empregados enfatizam aprendizados que envolvam leituras e discussões orais, colocando pouca ênfase no contato com situações reais — o que é discutivelmente difícil e caro considerando que, para a EMA estas ocorrem em ambientes industriais — ou no desenvolvimento de estudos críticos e multidisciplinares.

Tabela 5-6: Classificação em ordem crescente de média para os itens da pergunta “Aponte com que frequência utiliza os seguintes procedimentos didáticos [de avaliação]”, aplicada somente a docentes.

Item	Mediana	Média	Desvio padrão
Webfólio	1	1,47	0,88
Portfólio	1	1,60	1,05
Mapa conceitual	1	1,62	1,08
Resenhas/Fichamentos	1	1,65	1,14
Prova escrita em grupo	1	1,90	1,28
Relatórios individuais de atividades práticas	2	2,55	1,52
Seminários	4	3,30	1,45
Relatórios em grupo de atividades práticas	4	3,43	1,64
Resolução de exercícios extraclasse em grupo	4	3,49	1,30
Resolução de exercícios em sala de aula individual	4	3,60	1,44
Resolução de exercícios extraclasse individual	4	3,74	1,36
Resolução de exercícios em sala de aula em grupo	4	3,81	1,25
Prova escrita individual	5	4,85	0,40

Os achados retratados na Tabela 5-6 corroboram essa suposta valorização da abordagem de conteúdos através de formatos que favorecem a assimilação de conteúdos já consolidados frente a formatos que incentivem a construção de conhecimento. Isso porque atividades avaliativas que se abrem mais à criatividade e ao debate de ideias — como portfólios, mapas conceituais, e resenhas/fichamentos — não são frequentemente utilizadas.

5.2.2 OPINIÕES GERAIS DOS DISCENTES E DOCENTES

As próximas discussões de interesse serão baseadas nos resultados apontados pela Tabela 5-7, que ranqueia, de acordo com as médias, todas as perguntas aplicadas nos questionários discentes e docentes que correspondem ao tipo escala de 5 itens, e que tinham a sua idealidade associada a valores maiores/mais positivos, o que nos permite aprofundar em assuntos específicos que são bem vistos ou mal vistos pelos dois públicos.

Tabela 5-7: Os 15 itens de menores e maiores médias para os questionários aplicados a alunos e docentes pela CPA da UFSCar. Nesta tabela só constam itens do tipo escala em 5 níveis.

15 inferiores					
Alunos			Docentes		
Item	Média	Desvio padrão	Item	Média	Desvio padrão
11 - e	2,54	1,09	4 - g	3,42	1,06
4 - i	2,57	1,01	15 - f	3,53	1,10
4 - g	2,68	1,04	15 - j	3,58	1,08
4 - f	2,78	1,01	1 - b	3,61	1,14
1 - b	2,81	1,42	15 - a	3,62	1,12
10 - a	2,88	1,15	1 - i	3,69	1,00
1 - h	2,89	1,11	4 - h	3,72	0,98
10 - l	2,90	1,15	14 - f	3,74	1,08
8 - c	2,92	0,94	1 - h	3,75	1,04
4 - d	3,04	0,98	15 - i	3,76	1,05
4 - e	3,04	1,03	1 - j	3,78	1,01
8 - e	3,09	0,99	15 - c	3,79	0,89
8 - b	3,14	1,07	15 - e	3,79	0,97
1 - a	3,16	1,29	15 - b	3,80	1,01
4 - b	3,16	0,98	5 - c	3,87	1,00
15 superiores					
Alunos			Docentes		
Item	Média	Desvio padrão	Item	Média	Desvio padrão
1 - d	4,21	1,04	14 - b	4,33	0,72
6.1 - b	4,22	0,83	9	4,33	0,65
11 - d	4,22	1,11	1 - a	4,33	0,92
7.2 - c	4,25	0,75	15 - g	4,35	0,64
10 - c	4,32	0,70	14 - d	4,36	0,80
10 - g	4,33	0,78	14 - c	4,36	0,72
10 - f	4,41	0,72	1 - d	4,43	0,72
6.1 - d	4,44	0,73	7.1 - g	4,52	0,68
6.1 - f	4,44	0,73	5 - b	4,54	0,76
6.1 - j	4,44	1,01	7.1 - f	4,56	0,61
8 - a	4,47	0,68	7.1 - e	4,61	0,57
6.1 - g	4,56	0,73	7.1 - d	4,63	0,63
6.1 - e	4,63	0,74	7.1 - b	4,71	0,54
6.1 - a	4,67	0,71	7.1 - c	4,76	0,47
6.1 - i	4,67	0,71	7.1 - a	4,78	0,46

Comparando as impressões discentes às docentes, fica claro que os docentes são mais positivos com relação à formação proporcionada do que os discentes. Um estudo conduzido em 2006 concluiu que a proximidade entre as concepções estudantis e docentes sobre os aspectos que constituem boas práticas docentes contribui para maiores notas dos discentes: ou seja, quanto mais próximas forem essas concepções para os dois públicos, maiores as notas atribuídas pelos alunos ¹⁰². Isso pode explicar parcialmente as diferenças observadas aqui nos resultados dos questionários da CPA, mas é importante lembrar que este questionário também aborda outros aspectos da experiência de uma graduação não explorados no estudo citado.

Os itens do questionário aplicado aos discentes e organizados nas 5 categorias de interesse são apresentados na Tabela 5-8. Para os discentes, a categoria de organização didático-pedagógica é mais representada em respostas negativas, enquanto as categorias infraestrutura e desenvolvimento de competências são representadas por uma maior fração de respostas positivas. As categorias atribuídas a todas as questões podem ser verificadas no Apêndice B.

Analisando individualmente as questões de pior avaliação por categoria, observamos que as relacionadas à organização didático-pedagógica dizem respeito, principalmente, a abordagens de disciplinas previstas tanto pelas DCNs¹⁷ quanto pelo perfil do profissional a ser formado na UFSCar¹⁰³. É o caso das perguntas 4-d (“Pluralidade de pontos de vista na abordagem de algumas temáticas”), 4-f (“Os aspectos éticos perpassaram as temáticas tratadas”), 4-g (“As questões sociais, políticas e culturais foram consideradas no desenvolvimento dos conteúdos das disciplinas/atividades”), e 4-i (“A temática dos direitos humanos foi abordada no desenvolvimento das atividades curriculares”). Isso sugere que os alunos tendem a sentir falta de abordagens mais humanas nas disciplinas de engenharia, que contextualizem o significado de sua atuação profissional e de seus conhecimentos técnicos específicos perante a sociedade, e principalmente como tais fatores afetam a vivência humana.

É importante notar também a presença do item 4-b (“As oportunidades de desenvolver minha capacidade de questionar foram diversificadas”) nesse

conjunto, pois os dados corroboram para uma percepção estudantil de que as abordagens mais exatas das disciplinas não abrem espaço para o questionamento e o pensamento crítico. Como a maioria das disciplinas de um curso de engenharia são baseadas em teorias e modelos matemáticos já consolidados, há pouco espaço para apresentação de perspectivas diferentes. Por outro lado, discussões sobre como tais conhecimentos técnicos se interligam com a ética, sociedade, política, cultura, poderiam fomentar a pluralidade de pontos de vista para os estudantes.

Tabela 5-8: Classificação das perguntas da Tabela 5-7 com relação às categorias propostas. Aqui constam as perguntas feitas aos alunos.

Categoria	Porcentagem de perguntas da categoria presentes entre as 15 menores médias	Porcentagem de perguntas da categoria presentes entre as 15 maiores médias
Organização didático-pedagógica	38% (4-b, 4-d, 4-e, 4-f, 4-g, 4-i, 8-b, 8-c, 8-e)	17% (6.1-b, 6.1-i, 7.2-b, 8-a)
Infraestrutura	15% (10-a, 10-l)	31% (7.2-c, 10-c, 10-f, 10-g)
Apoio Estudantil	33% (11-e)	33% (6.1-j)
Complementação da Formação	-	-
Desenvolvimento de Competências	17% (1-a, 1-b, 1-h)	33% (1-d, 6.1-a, 6.1-d, 6.1-e, 6.1-f, 6.1-g)

De certa forma, os docentes concordam parcialmente, dado que os itens 4-g (“[Analisar a formação proporcionada aos alunos quanto a:] Tratamento de questões sociais, políticas e culturais no desenvolvimento dos conteúdos”) e 4-h (“Tratamento de temáticas ambientais no desenvolvimento dos conteúdos”) estão dentre aqueles que contêm as respostas mais negativas para esse público; e o aspecto ambiental, mesmo que não tenha aparecido nos itens levantados como mais negativos para os estudantes, se alinha com o que foi discutido, pois é um tipo de impacto pertinente à profissão e aos conhecimentos técnicos da mesma. Apesar de tais itens não terem sua média tendendo para o lado negativo

da escala, é importante apontar que estes são os piores classificados, o que indica que, na média, os docentes identificam esses aspectos menos intensamente no curso.

Tais indicativos, aliados à menção desses aspectos como importantes para a formação de engenheiros nas DCNs tanto quanto para a formação de profissionais pela UFSCar ressaltam a necessidade de se investigarem formas de incorporar essas temáticas ao curso de maneira integral, a fim de contribuir para que os graduados correspondam ao que é previsto por esses documentos. A presença do item 1-b (“Aquisição de valores ético-morais e respeito às diferenças culturais, políticas e religiosas”) também dentre esses itens para o público discente resalta que os alunos não enxergam o desenvolvimento dessas competências associadas, assim como os docentes pouco as enxergam, dados os itens 1-b (“[Avalie a contribuição das atividades curriculares para a formação dos estudantes nos aspectos:] Aquisição de valores ético-morais e respeito às diferenças culturais, políticas e religiosas”), 1-i (“Compreensão das relações homem, ambiente, tecnologia e sociedade”) e 1-j (“Comprometimento com a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida”) entre os mais negativos.

Voltando aos itens que figuraram na Tabela 5-8, temos ainda para a categoria de organização didático pedagógica: 4-e (“As oportunidades de propor soluções para problemas de pesquisa e/ou extensão relacionados à futura atuação profissional/cidadã foram frequentes”), 8-b (“[Avalie as condições (...) da maioria dos professores com quem você teve aula até este momento do curso com relação aos seguintes aspectos:] Relacionamento com estudantes”), 8-c (“Procedimentos metodológicos empregados”) e 8-e (“Sistema de avaliação”). Tais respostas em conjunto oferecem um panorama de moderado descontentamento com o que tange mais pessoalmente aos docentes na forma como estes se relacionam com os estudantes e na forma como conduzem suas disciplinas.

Olhando primeiro para o lado da condução das disciplinas, e retomando os resultados demonstrados nas Tabelas 5-5 e 5-6 é plausível assumir que as respostas observadas para os estudantes sejam um reflexo da baixa variedade de metodologias empregadas tanto para a condução de aulas quanto para

processos avaliativos. Como discutido anteriormente, diferentes estudantes se identificam melhor com diferentes métodos de ensino e avaliação, então para um curso em que não há muita variedade destes, é natural esperar que uma parte dos alunos não se sinta agradada e se descontente com essa realidade. Quanto ao lado de relacionamento com os estudantes, apesar de estudos recentes sugerirem que alguns aspectos distintos são levados em conta pelos estudantes ao avaliar seus relacionamentos com docentes e funcionários da universidade¹⁰⁴,¹⁰⁵ (ou seja, esta relação é afetada por diversos fatores), ainda é interessante levar em consideração os resultados oriundos deste item mais simples do questionário da CPA para a concretização de ações de mudança, ainda mais considerando que as relações entre estudantes e docentes impactam diretamente em aspectos como evasão¹⁰⁶, envolvimento com o curso e desempenho acadêmico¹⁰⁷.

A categoria seguinte, de infraestrutura, conta com o item 10-a (“[Indique seu grau de satisfação com as condições de funcionamento e apoio das atividades de curso:] Adequação das salas das aulas teóricas), que também aparece como um daqueles pior avaliados no questionário docente (representado naquele questionário pelo item 15-a), sinalizando que os dois públicos acreditam que este tipo de infraestrutura merece atenção e melhorias. Porém, é necessário um tipo de questionamento mais específico para entender as reais dificuldades, pois a UFSCar possui muitos prédios em condições distintas para a condução das aulas teóricas, e há muitas dimensões importantes no contexto de salas de aula, discutidas a fundo por Guidalli¹⁰⁸: luminosidade, conforto térmico, conforto acústico, cores, mobília, entre outras que impactam diretamente nas atividades desenvolvidas, independentemente do método de ensino empregado.

Como parte dos resultados de seu trabalho, que envolveu analisar diferentes ambientes de aulas teóricas em duas universidades públicas brasileiras distintas, Guidalli ressalta o alinhamento entre as necessidades mais frequentemente identificadas pelos usuários (alunos e docentes) nas duas instituições: mobília, equipamentos, conforto acústico, conforto térmico, e luminosidade. Além disso, relaciona a falta de conservação e manutenção como definidoras de espaços

desestimulantes e repelentes. As recomendações finais incluem, principalmente, o estabelecimento de planos anuais de vistoria dos ambientes de aulas teóricas por meio de profissionais treinados, e que para a concepção de novos ambientes, “O projeto de sala de aula deve ser concebido pelas necessidades da sala de aula e de seus usuários, e não pela escolha construtiva, que obriga a aula a se adaptar à forma do edifício.”, sempre colocando o foco nos usuários.

O outro item que figura na categoria de infraestrutura, 10-I (“Horário de funcionamento da Divisão de Gestão e Registro Acadêmico”), merece ser analisado junto ao único item da categoria de apoio estudantil, 11-e (“[Avalie o seu grau de concordância sobre as seguintes afirmações:] Os serviços oferecidos pela universidade são do conhecimento de todos”), que é o item de menor média para o questionário dos alunos. A princípio, essas duas informações parecem conflitantes, uma vez que a baixa média do item 11-e nos leva a crer que os estudantes tenham pouco conhecimento sobre os horários de funcionamento opinados no item 10-I. Apesar de essa interpretação ser possível, não podemos descartar outra: os alunos podem realmente ter dificuldade com os horários de funcionamento da DiGRA — que atua apenas em horário comercial, o que pode dificultar o atendimento de alunos que cursam em período noturno, ou mesmo os de período integral por conflito de horário com aulas — e relatarem um baixo conhecimento de serviços da universidade por terem descoberto serviços de interesse apenas por acaso ou em um momento em que julga que o serviço possa ter sido útil anteriormente.

Na última categoria de itens com piores médias para o questionário estudantil, temos o item 1-h (“Domínio de habilidades básicas de negociação, cooperação e coordenação”). Para os docentes, o item correspondente a 1-h (identificado igualmente por 1-h) também aparece dentre os mais negativos. É importante destacar que estas competências são mencionadas nas DCNs e no documento que detalha o perfil do profissional a ser formado pela UFSCar, o que acentua a necessidade de se investigarem maneiras de melhor incorporar o desenvolvimento dessas características no currículo.

Como último item a ser analisado no lado negativo da tabela dos discentes, aparece 1-a (“[Avalie a contribuição das atividades curriculares para a formação do estudante em cada um desses aspectos:] Desenvolvimento pessoal do estudante”), que apresenta uma perspectiva contrária na visão dos docentes, uma vez que o item equivalente no outro questionário (também identificado por 1-a) aparece dentre os mais bem avaliados pelos docentes. Isso traz à tona um debate interessante, pois mostra o único caso nessa avaliação de questionários em que uma pergunta equivalente teve uma classificação tão distinta entre os dois públicos. “Desenvolvimento pessoal” é naturalmente algo subjetivo, e o quanto um curso contribui para tanto depende também das condições de cada estudante ao ingressar no curso; tanto que este item no questionário dos discentes é um dos que apresenta maior desvio padrão, sinalizando que para uma parte esse aspecto foi alcançado significativamente, e para outra parte não.

Olhando agora ao lado positivo da Tabela 5-8, na categoria de organização didático-pedagógica figuram os itens 7.2-b (“[Avalie:] Orientação recebida para o desenvolvimento das atividades do Trabalho de Conclusão de Curso”) e 8-a (“[Avalie os docentes quanto a:] Domínio de conteúdo”), que fazem sentido quando avaliados em conjunto e ao considerar o contexto do DEMa. Isso porque o departamento é frequentemente reconhecido por sua produção científica de impacto, tanto na esfera nacional quanto na internacional ²², e naturalmente traz à uma boa luz como pesquisadores os professores integrantes do departamento. Assim, é natural assumir que a *expertise* em pesquisa por parte dos docentes se traduza em boas orientações para o TCC, bem como do domínio dos conteúdos técnicos abordados nas disciplinas; o que ressalta a força do departamento e do curso no que diz respeito à interface entre ensino e pesquisa, também muito bem avaliada pelos docentes no item 5-b (“[Avalie a articulação entre as atividades de graduação e as atividades de:] Pesquisa”).

Além disso, o item 7.2-c (“[Avalie:] Existência dos recursos necessários à execução do Trabalho de Conclusão de Curso (bibliografia, equipamentos, materiais de consumo etc.)”) também aparece bem-avaliado pelos alunos, o que naturalmente se alinha com o que foi discutido anteriormente. Isso porque um

importante fator no sucesso dos docentes do curso enquanto pesquisadores é a infraestrutura de pesquisa existente no departamento, e a positividade sobre esse item indica que realmente há a disponibilização desses recursos para uso pelos alunos. Por fim, o item 1-d (“[Avalie a contribuição das disciplinas para:] Aquisição de conhecimento científico e das formas e instrumentos de sua aplicação profissional”), muito bem avaliado na categoria de desenvolvimento de competências para alunos e docentes (onde é identificado igualmente por 1-d), também se mostra como consequência do domínio de conteúdo técnico dos professores do curso.

Voltando à categoria de organização didático-pedagógica, constam, entre os mais bem avaliados, os itens 6.1-b (“[Avalie em relação ao estágio curricular:] Condições de realização do estágio supervisionado”) e 6.1-i (“Tempo curricular disponibilizado para atividade de estágio supervisionado”), que em conjunto sugerem uma grande satisfação com relação à estrutura curricular do curso no que tange às condições do estágio curricular obrigatório. Essa satisfação também se estende para o corpo docente, dado que os itens 7.1-b (“[Avalie em relação ao estágio curricular:] Condições de realização do estágio supervisionado”) e 7.1-c (“Integração com o ambiente de trabalho propiciado pelo estágio supervisionado”) também aparecem na sua lista respectiva de itens de maior satisfação. Isso sinaliza que o formato atual de funcionamento do estágio obrigatório — que disponibiliza um semestre integralmente à sua realização — é positivo aos alunos e aos professores, possivelmente por não acumular obrigações acadêmicas como disciplinas junto às atividades profissionais, o que pode prejudicar ambas atividades ¹⁰⁹.

Aprofundando as discussões sobre o estágio, é interessante notar que muitos dos itens de maior satisfação para os dois públicos estão associados a essa atividade. Além dos que foram destacados anteriormente relativos à estruturação e organização curricular do estágio, muita positividade é associada aos resultados do estágio curricular, o que pode ser observado pelas perguntas das categorias desenvolvimento de competências e apoio estudantil na lista positiva tanto dos alunos quanto dos docentes. Para os alunos, constam os itens 6.1-a (“[Avalie

em relação ao estágio curricular:] Aprendizagens proporcionadas pelo estágio supervisionado”), 6.1-d (“Realização de atividades diversificadas (observação, reflexão, resolução de situações-problema) no ambiente de realização do estágio”), 6.1-e (“Realização de ‘pesquisas envolvendo ação’ no ambiente de realização do estágio”), 6.1-f (“Articulação da teoria com a prática do estágio”), 6.1-g (“Mobilização do conhecimento de várias áreas no desenvolvimento das atividades de estágio”) e 6.1-j (“Orientação recebida para o desenvolvimento das atividades de estágio”); todos com correspondidos no lado docente, exceto 6.1-e, respectivamente por 7.1-a, 7.1-d, 7.1-e, 7.1-f, e 7.1-g.

Tal positividade acerca das consequências do estágio curricular solidifica a posição desta atividade como uma daquelas melhor estruturadas e que mais agregam à formação discente, e se alinha com o que é discutido na literatura sobre sua importância, pois proporciona momentos para identificação profissional e aprendizagem diferenciada pela inserção direta em um ambiente de atuação e contato com problemas de engenharia autênticos ^{110, 111}. O funcionamento de uma coordenação e uma secretaria dedicadas a estágios no curso de EMA da UFSCar inclui uma série de ações mencionadas como sugestões de melhorias para programas de estágio em outros cursos ^{109, 112}, que sem dúvida contribuem para o sucesso desta atividade curricular. Como exemplo, temos a elaboração de relatórios de atividades tanto pelos alunos quanto pelas empresas, palestras para divulgação de vagas, e palestras de orientação sobre o estágio com espaço para solução de dúvidas dos alunos.

Mudando o nosso olhar por fim para a categoria de infraestrutura, temos os itens 10-c (“Adequação do apoio de pessoal técnico nas aulas práticas”), 10-f (“Qualidade do atendimento aos alunos na biblioteca”), e 10-g (“Horário em que é possível a utilização do acervo das bibliotecas”) dentre os mais bem avaliados pelos alunos. Isso demonstra a satisfação do corpo discente com relação a parte importante dos servidores técnico-administrativos que atuam pela universidade e pelo curso, indicando que seus serviços são rotineiramente satisfatórios. A qualidade do atendimento na biblioteca também é elogiada pelos docentes, uma

vez que o item correspondente (15-g) se encontra entre os 15 mais bem-avaliados para este público.

Na Tabela 5-9 consta uma classificação similar, mas para o questionário respondido pelos docentes. Apesar de alguns destes itens já terem sido discutidos acima, por apresentarem um complemento ou um contraponto interessante às respostas dos alunos nos tópicos que lá foram abordados, ainda nos restam alguns itens de importância para analisar. Porém, uma visão geral tendo em mente apenas as porcentagens ali representadas demonstra que os docentes parecem ter uma menor satisfação com relação à infraestrutura do que os alunos, mas que ao mesmo tempo enxergam mais positivamente as condições de apoio estudantil.

Tabela 5-9: Classificação das perguntas da Tabela 5-7 com relação às categorias propostas. Aqui constam as perguntas feitas aos docentes.

Categoria	Porcentagem de perguntas da categoria presentes entre as 15 menores médias	Porcentagem de perguntas da categoria presentes entre as 15 maiores médias
Organização didático-pedagógica	24% (4-g, 4-h, 5-c, 14-f, 15-j)	29% (5-b, 7.1-b, 7.1-c, 9, 14-b, 14-d)
Infraestrutura	67% (15-a, 15-b, 15-c, 15-e, 15-f, 15-i)	11% (15-g)
Apoio Estudantil	-	67% (7.1-g, 14-c)
Complementação da Formação	-	-
Desenvolvimento de Competências	24% (1-b, 1-i, 1-h, 1-j)	35% (1-a, 1-d, 7.1-a, 7.1-d, 7.1-e, 7.1-f)

Começando pelos itens com menores médias, que representam as visões mais negativas dos docentes perante o curso, analisamos primeiro um dos que se encaixam na categoria de organização didático-pedagógica é 14-f (“[Avalie a coordenação de curso com relação a:] Fluxo de informações entre o Núcleo Docente Estruturante (NDE) e os docentes do curso”). Este item sugere que a maior parte dos docentes se sente desinformada com relação às atividades

desempenhadas pelo NDE, mas a maneira mais direta de resolver essa questão dentro de cada gestão (dado que a composição do NDE pode ser alterada a cada dois anos) é de realmente repassar essas preocupações diretamente à coordenação de curso e ao próprio NDE, para que sejam estabelecidos canais de comunicação frequente.

Ainda na mesma categoria, aparecem 5-c (“[Avalie o grau de articulação entre as atividades de graduação com:] Extensão”), e 15-j (“[Indique seu grau de satisfação com:] Condições para trabalho de campo”). Com relação ao primeiro item, houve dificuldade em encontrar alguma referência que abordasse a participação de cursos/departamentos em atividades extensionistas na UFSCar, mas o que fica implícito pela nota desse item é que não há tantas oportunidades de envolvimento com ações extensionistas que envolvam os conhecimentos do curso de EMa. Já o segundo item denota um tipo de limitação financeira da universidade que respinga nas condições disponíveis para trabalho de campo, ou na falta de contato com esse tipo de atividade.

Em seguida, para a categoria de infraestrutura, figuram dentre os pior avaliados: 15-b (“[Indique seu grau de satisfação com:] Adequação dos laboratórios às aulas práticas”), 15-c (“Adequação dos laboratórios às normas de segurança”), e 15-e (“Disponibilidade de equipamentos para as aulas teóricas e práticas”). Estes três itens levantam uma certa preocupação a respeito dos laboratórios de ensino utilizados para as práticas no curso de EMa, e o que se mostra mais alarmante é o item que dispõe sobre a adequação às normas de segurança. Apesar de tais itens não estarem mal avaliados, o fato de constarem entre os 15 pior avaliados pelos docentes sugere que uma revisão das condições dos laboratórios de ensino seja necessária por parte da administração da universidade, para garantir que os equipamentos de segurança e os que precisam ser utilizados durante as aulas estejam sempre disponíveis e em condições de uso.

Dois outros itens para a categoria de infraestrutura dentre os pior avaliados pelos docentes são: 15-f (“Quantidade de livros no acervo das bibliotecas da UFSCar”), e 15-i (“Recursos computacionais disponibilizados aos alunos pela universidade”). A respeito da quantidade de livros, ficam implícitas duas

possíveis interpretações: os docentes acreditam que alguns dos livros mais essenciais estão disponíveis em quantidade insuficiente para o corpo discente, ou que alguns dos livros mais recentes e atualizados sobre determinados assuntos não estão no acervo da biblioteca; cabe uma investigação mais profunda. Sobre os recursos computacionais, entra uma questão mais complicada: será que a satisfação não é muito alta pela quantidade de recursos computacionais disponibilizados, ou será que é pela idade desses recursos? Esta pergunta é relevante principalmente ao considerar os custos associados aos recursos computacionais, que são elevados, e que costumam ficar obsoletos com relativa rapidez.

Passando agora ao lado das perguntas com respostas mais positivas para o questionário dos docentes, inicialmente podemos olhar, na categoria de organização didático-pedagógica, para o item 9 (“Como você avalia a relação da(s) sua(s) disciplina(s)/Atividade(s) curricular(es) com o respectivo Projeto Pedagógico de Curso?”). A positividade sobre esse item sugere que o projeto pedagógico do curso está bem estruturado, dado que os docentes veem valor em suas disciplinas específicas perante o cenário geral. Porém seria importante que houvesse uma avaliação cruzada ou externa, pois ao mesmo tempo em que as disciplinas todas podem realmente ser significativas, dificilmente algum docente reduziria o valor da própria disciplina que oferece, pois isso poderia significar uma redução do próprio valor enquanto profissional.

Ainda para a categoria de organização didático-pedagógica, aparecem bem avaliados os itens 14-b (“[Avalie a coordenação de curso quanto a:] Funcionamento do curso”) e 14-d (“Funcionamento do Conselho de Curso”), que merecem ser considerados junto ao item 14-c (“Orientações aos alunos”), da categoria de apoio estudantil, pois sinalizam uma boa receptividade dos docentes com relação a muitas das ações da coordenação de curso.

Para concluir a discussão dos itens envolvidos na classificação, valem ressaltar ainda alguns aspectos. O primeiro deles é com relação ao número de estudantes que responderam aos itens pertinentes ao estágio obrigatório: apenas aqueles que já realizaram esta atividade curricular puderam responder a essas perguntas no questionário, o que reduziu a quantidade de respondentes do total

de 77 alunos que responderam ao questionário para apenas 9 que já tinham realizado o estágio. É importante ter esse número em mente por não ser muito alto, e, portanto, pode ser que a opinião real dos alunos não seja a que foi obtida por meio do questionário. O mesmo se aplica aos itens que dizem respeito ao TCC: nesse caso foram 13 alunos respondentes.

Em segundo lugar, é importante destacar que alguns aspectos avaliados são fruto de gestões mais pontuais, como por exemplo, o Núcleo Docente Estruturante e a Coordenação de Curso, que podem ter sua composição alterada a cada dois anos. Isso significa que algumas críticas pontuais direcionadas a esses grupos podem ser reflexo de um descontentamento com a gestão vigente no momento da avaliação e não de um descontentamento estrutural, o que é particularmente importante ao considerarmos que os resultados aqui analisados são de um questionário conduzido em 2017. Um questionamento mais profundo aos docentes sobre o NDE e a Coordenação de Curso provavelmente ajudaria a entender os problemas estruturais destas entidades.

5.2.3 PARTICIPAÇÃO DISCENTE NAS ATIVIDADES EXTRACURRICULARES

Uma última questão do questionário aplicado aos estudantes de interesse ao debate nessa seção, e que não foi contemplada nas discussões anteriores por não poder ser analisada pelas mesmas estatísticas descritivas da maioria das questões é a de número 5, que indaga sobre a participação dos alunos em atividades extracurriculares. Uma maneira simples de resumir esta informação é a de contabilizar uma simples porcentagem das respostas que confirmam a participação na atividade em questão com relação ao total de respondentes, que fica representado na Tabela 5-10.

Algumas das forças da graduação em EMa na UFSCar ficam evidenciadas por essas respostas, pois a participação dos alunos em atividades de pesquisa (como iniciações científicas) e em eventos se mostrou muito alta entre os respondentes. A forte participação em atividades de pesquisa sinaliza, mais uma vez, a força do DEMa em relação à produção científica, e o seu sucesso em

envolver a comunidade de graduação nessas atividades, que sem dúvida leva ao desenvolvimento de competências úteis tanto ao contexto acadêmico quanto empresarial.

Tabela 5-10: Fração de alunos respondentes que participaram de atividades extracurriculares específicas, de acordo com resultados da questão 5 do questionário da CPA aplicado aos discentes.

Item	Atividade	Fração de alunos participantes
A	Estágio não obrigatório	0,13
B	Projetos de iniciação científica, de iniciação tecnológica ou de iniciação à docência	0,77
C	Monitoria em disciplinas	0,32
D	Atividades Curriculares de Integração Ensino Pesquisa e Extensão (ACIEPE) ou atividades de extensão	0,53
E	Congressos, simpósios, seminários, palestras, debates, mesas redondas e correlatos	0,88
F	Visitas, excursões, estudos do meio e correlatos	0,82
G	Atividades culturais	0,40
H	Atividades esportivas	0,38
I	Disciplinas eletivas (fora da grade curricular)	0,18

O alto percentual de participação em atividades de visitas técnicas e excursões também se mostra como um interessante contraponto a discussões anteriores, em que ficou evidente que visitas técnicas são recursos pouco empregados no currículo. Este item sinaliza que uma boa parte dos alunos é capaz de satisfazer essas necessidades por atividades externas ou por atividades específicas de disciplinas. É importante lembrar que nem todos os alunos têm as condições necessárias para visitas além do que é ofertado em disciplinas — já que este tipo de atividade exige recursos financeiros — portanto ainda é importante que tais atividades sejam oferecidas num contexto curricular.

Outro ponto que chama a atenção ao retomarmos discussões anteriores é a participação em atividades de extensão. O questionário docente apontava um

fraco envolvimento do curso de graduação com as atividades de extensão, e a participação relatada pelos discentes complementa esta preocupação, pois mostra que aproximadamente metade dos estudantes se envolve com estas atividades. Não cabe aqui uma discussão sobre qual seria considerada uma boa porcentagem de participação, porém vale destacar que, considerando o pilar ensino-pesquisa-extensão das universidades públicas brasileiras, a extensão não se encontra no mesmo patamar de integração quando comparada à pesquisa. Por fim, a baixa participação relativa dos estudantes em atividades culturais e esportivas deve ser considerada com atenção, uma vez que estas são essenciais na manutenção da saúde física e mental dos estudantes.

Finalizando a discussão sobre os dados obtidos das questões do questionário da CPA, temos novamente uma classificação dos pontos que foram identificados de forma menos favorável ao curso, de acordo com os termos de segundo nível da EERT que melhor os representam, que fica expresso no Quadro 5-2.

Quadro 5-2: Assuntos abordados na discussão sobre os resultados do questionário aplicado pela CPA à comunidade do curso de EMa, e os termos correspondentes na EERT.

Assunto tratado	Termo(s) na EERT
Metodologias de ensino	<i>Instructional design</i> <i>Instructional methods</i>
Metodologias de avaliação dos estudantes	<i>Instructional design</i> <i>Student assessment</i>
Consideração e desenvolvimento de aspectos como pluralidade de pontos de vista, ética, sociedade, política, cultura e meio ambiente nas atividades curriculares	<i>Ethics</i> <i>Intercultural competence</i> <i>Critical thinking</i>
Relacionamento entre alunos e docentes	<i>Faculty</i> <i>Advising</i> <i>Student development</i>
Desenvolvimento de competências de negociação, cooperação e coordenação	<i>Communication</i> <i>Team dynamics</i>
Comunicação entre o NDE e os docentes do curso	<i>Institutional change</i>

Assunto tratado	Termo(s) na EERT
Infraestrutura física de salas de aula, laboratórios e bibliotecas	Nenhum ⁹
Atividades de extensão	<i>Learning environment</i>

5.3 AVALIAÇÃO DOS CURSOS DE EMA PELO QUESTIONÁRIO DO ESTUDANTE NA VISÃO DE DISCENTES E COORDENADORES DE CURSO

Após uma visão de um curso específico de Engenharia de Materiais, prosseguimos agora a uma análise semelhante, mas dessa vez abordando o contexto nacional dos cursos de EMa. Para isso, foi traçada uma visão geral dos cursos de EMa com base nos resultados do Questionário do Estudante do ENADE de 2017. Através dessa análise, foi possível traçar algumas das semelhanças entre as perspectivas sobre os diferentes cursos de EMa, incluindo onde o curso da UFSCar se mostra semelhante ou diferente à média nacional. Isso é especialmente importante dado que o produto desta dissertação inclui recomendações para o programa de modernização do curso que está em andamento na EMa da UFSCar, considerando que tal programa tem como objetivo transbordar seus aprendizados para outros cursos do Brasil.

Uma importante consideração a se ter em mente ao comparar resultados desses questionários é que o do ENADE é aplicado somente àqueles estudantes que estão próximos ao final de sua graduação, sendo compulsório aos que foram inscritos na prova pela coordenação do curso; enquanto o questionário da CPA engloba alunos de diversos períodos do curso. Isso significa que as avaliações do ENADE contam com uma visão mais holística por parte dos alunos, uma vez que já passaram por quase tudo que o curso tinha a oferecer.

⁹ Esses ambientes são discutidos quanto à sua infraestrutura básica e capacidade de atender às necessidades dos usuários. A taxonomia, apesar de conter termos que englobam tais ambientes, os insere dentro da categoria *Educational setting*. De acordo com a interpretação do autor, não faz sentido atribuir esses termos à discussão realizada no questionário da CPA, pois o enfoque na taxonomia é para a utilização desses ambientes no contexto das atividades educacionais, e não quanto à adequação ou não destes à condução das atividades.

Inicialmente, nos atentamos ao indicador D_P , calculado pela Equação (4-1). A Tabela 5-11 apresenta os valores somados de D_P acoplados a “Média dos alunos (pond.)” e “Média dos coords.”. O primeiro corresponde a uma média aritmética para os valores das notas atribuídas pelos estudantes em cada universidade que, por sua vez, foi obtida através de uma ponderação envolvendo o número de estudantes que respondeu cada ponto na escala de 1 a 6 para aquela instituição. Já o segundo consiste em uma média simples das notas atribuídas por cada coordenador de curso.

Para analisar o conjunto de respostas para cada pergunta, também foi pertinente somar o indicador D_P em cada uma, de forma que aquelas em que a discordância foi maior possuem um somatório maior, indicado na escala de cores da Tabela 5-11, em que os valores esverdeados são os mais baixos, e os valores avermelhados são os mais altos.

Dessa forma, a atenção pode se voltar tanto para as perguntas com menor somatório de D_P quanto para aquelas de maior valor neste campo, indicando os casos nos quais os estudantes e os coordenadores estão ou não, respectivamente, em consonância. Observando os dados, podemos fazer os agrupamentos da forma como estão resumidos na Tabela 5-12, indicando as categorias em que há maior e menor sintonia entre as opiniões dos estudantes e dos coordenadores de acordo com as classificações exibidas no Apêndice A.

Tabela 5-11: Resultado dos indicadores elaborados para cada pergunta da segunda seção do questionário do estudante do ENADE 2017 para os cursos de engenharia de materiais de instituições públicas brasileiras. A pergunta 33 não foi respondida pelos coordenadores de curso.

Pergunta	Média dos alunos (pond.)	Média Coord.	Somatório D _p	Máximo D _p	Mínimo D _p	Categoria
27	4,90	5,45	20,02	1,76	0,53	Desenvolvimento de competências
28	4,69	5,67	23,39	2,08	0,57	Desenvolvimento de competências
29	4,54	5,52	26,04	2,30	0,61	Organização didático-pedagógica
30	4,62	5,33	23,99	2,14	0,65	Organização didático-pedagógica
31	4,78	5,71	22,40	1,83	0,43	Desenvolvimento de competências
32	5,22	5,90	16,56	1,60	0,44	Desenvolvimento de competências
33	-	-	-	-	-	Desenvolvimento de competências
34	4,96	5,33	23,02	2,35	0,68	Desenvolvimento de competências
35	5,13	5,76	18,48	1,40	0,35	Desenvolvimento de competências
36	5,07	5,71	18,64	1,46	0,35	Desenvolvimento de competências
37	4,24	5,57	31,73	2,94	0,65	Organização didático-pedagógica
38	4,40	5,62	30,31	2,34	0,52	Organização didático-pedagógica
39	5,02	5,62	20,43	1,38	0,48	Organização didático-pedagógica
40	4,11	5,48	32,82	2,62	0,80	Apoio estudantil
41	4,60	5,52	25,35	3,00	0,36	Apoio estudantil
42	5,22	5,62	15,98	1,22	0,34	Desenvolvimento de competências
43	4,95	5,38	23,92	2,51	0,37	Atividades extracurriculares
44	5,24	5,90	16,36	1,95	0,33	Atividades extracurriculares
45	4,82	5,67	23,33	1,90	0,35	Atividades extracurriculares
46	4,62	5,95	24,03	2,62	0,50	Atividades extracurriculares
47	4,60	5,67	27,40	2,54	0,54	Organização didático-pedagógica
48	4,10	5,43	33,49	3,00	0,90	Organização didático-pedagógica
49	4,79	5,81	23,72	2,15	0,63	Organização didático-pedagógica
50	5,00	5,71	12,59	1,23	0,17	Organização didático-pedagógica
51	5,17	5,76	14,03	1,60	0,22	Organização didático-pedagógica
52	4,02	5,19	32,56	2,72	0,43	Atividades extracurriculares
53	4,23	5,19	27,88	2,69	0,30	Atividades extracurriculares
54	4,49	5,48	26,11	2,56	0,45	Organização didático-pedagógica
55	4,64	5,57	24,95	1,90	0,70	Organização didático-pedagógica
56	4,80	5,67	24,08	2,46	0,65	Organização didático-pedagógica
57	4,82	5,86	23,02	1,75	0,67	Organização didático-pedagógica
58	4,99	5,67	18,52	1,50	0,48	Organização didático-pedagógica
59	4,63	4,14	31,55	3,75	0,78	Infraestrutura
60	4,35	5,29	29,36	2,77	0,56	Apoio estudantil
61	4,33	4,86	28,04	3,12	0,66	Infraestrutura
62	4,24	4,43	31,25	2,72	0,64	Infraestrutura
63	4,42	4,57	28,20	2,81	0,64	Infraestrutura
64	4,55	4,76	24,97	2,81	0,44	Infraestrutura
65	4,17	4,76	28,66	3,20	0,61	Infraestrutura
66	4,66	5,58	26,33	2,12	0,53	Desenvolvimento de competências
67	4,36	5,43	27,90	2,69	0,78	Atividades extracurriculares
68	4,25	4,81	32,88	2,92	0,47	Infraestrutura

Através destes agrupamentos, fica evidente que há categorias que se destacam mais nos dois casos possíveis: os estudantes parecem discordar mais dos coordenadores no que diz respeito ao apoio estudantil (perguntas 40 — “Foram oferecidas oportunidades para os estudantes superarem dificuldades relacionadas ao processo de formação.” — e 60 — “O curso disponibilizou monitores ou tutores para auxiliar os estudantes.”). Ao verificar as médias dos estudantes e dos coordenadores na Tabela 5-11, é possível constatar que os estudantes em geral possuem uma visão mais negativa do que os coordenadores nesses aspectos. Isso sugere que os estudantes dos cursos de engenharia de materiais não se sentem amplamente amparados pelos seus respectivos cursos ou instituições. Comparativamente, estudos mostram que o acompanhamento de estudantes desmotivados, seja por profissionais ou mesmo por outros estudantes, levam a um melhor desempenho na universidade e alívio da angústia na vida acadêmica e pessoal ^{113, 114}.

Tabela 5-12: Categoria das perguntas que estão entre os 10 maiores e menores somatórios de D_P. Entre parênteses se encontram os números das perguntas classificadas.

Categoria	Porcentagem de perguntas da categoria presentes entre os 10 maiores somatórios de D _P (menor concordância)	Porcentagem de perguntas da categoria presentes entre os 10 menores somatórios de D _P (maior concordância)
Organização didático-pedagógica	20% (37, 38, 48)	26,7% (39, 50, 51, 58)
Infraestrutura	57,1% (59, 62, 65, 68)	-
Apoio Estudantil	66,7% (40, 60)	-
Complementação da Formação	14,3% (52)	14,3% (44)
Desenvolvimento de Competências	-	55,6% (27, 32, 35, 36, 42)

Outro ponto de grande discordância é no que tange à infraestrutura disponibilizada pelo curso: novamente verificando as médias na Tabela 5-11 para as perguntas desta categoria, observa-se uma visão mais negativa dos estudantes para as perguntas 62 (“Os equipamentos e materiais disponíveis para as aulas

práticas foram adequados para a quantidade de estudantes.”), 65 (“A instituição contou com biblioteca virtual ou conferiu acesso a obras disponíveis em acervos virtuais.”), e 68 (“A instituição dispôs de refeitório, cantina e banheiros em condições adequadas que atenderam as necessidades dos seus usuários.”). As duas últimas perguntas se referem a condições de infraestrutura de responsabilidade pertinente à instituição de ensino como um todo por se referirem a fatores de uso comum para todos os cursos, mas sugerem que os coordenadores dos cursos não têm muito contato com esses aspectos da instituição, ou que os estudantes possuem padrões mais altos. A primeira, por outro lado, trata de condições de infraestrutura mais específicas para os cursos, uma vez que as aulas práticas são planejadas de maneira mais específica para as necessidades de cada formação, e a visão mais negativa dos estudantes sugere que as aulas práticas poderiam ser mais proveitosas em caso de menores grupos de estudantes compartilhando o mesmo material.

Curiosamente, em uma das perguntas da categoria “infraestrutura” de maior discrepância entre o ponto de vista dos estudantes e dos coordenadores, a visão dos estudantes é mais positiva. Trata-se da pergunta 59 — “A instituição dispôs de quantidade suficiente de funcionários para o apoio administrativo e acadêmico.”. Essa diferença sugere que, para os coordenadores, que estão em contato mais frequente com tarefas de execução para com o curso, a quantidade de pessoal disponível acaba sendo insuficiente, possivelmente dificultando a execução de atividades que contribuiriam para o curso. Para os estudantes, possivelmente devido ao contato reduzido com esse tipo de necessidade, as dificuldades não são tão aparentes ou significantes para resultar numa similaridade de valores. Porém, o que fica aparente com a grande parte do descontentamento com infraestrutura é que estes necessitam ou de mais recursos financeiros, ou de administrações mais inteligentes para resolvê-los, mas uma conclusão mais específica depende de análises que considerem o contexto específico de cada IES.

Nos casos do outro extremo, ou seja, aqueles em que há maior concordância geral entre os coordenadores de curso e os estudantes, há um destaque para as

categorias “metodologias de ensino” e “desenvolvimento de competências”. Na segunda destas categorias, as perguntas incluídas são 27 (“As disciplinas cursadas contribuíram para sua formação integral, como cidadão e profissional.”), 32 (“No curso você teve oportunidade de aprender a trabalhar em equipe.”), 35 (“O curso contribuiu para você ampliar sua capacidade de comunicação nas formas oral e escrita.”), 36 (“O curso contribuiu para o desenvolvimento da sua capacidade de aprender e atualizar-se permanentemente.”) e 42 (“O curso exigiu de você organização e dedicação frequente aos estudos.”). A média ponderada das notas atribuídas pelos estudantes, na maioria dessas perguntas, supera o valor 5,0, o que indica que, para eles, os impactos do curso nessas habilidades tão importantes para a vida de um profissional em engenharia são desenvolvidas ao menos um pouco. Os coordenadores, em geral, apresentam uma visão mais positiva em todos esses aspectos.

Porém, questionamentos recentes acerca da formação em engenharia vão na direção oposta a alguns desses dados: há a constatação da necessidade de uma evolução no desenvolvimento das competências de trabalho em equipe e de comunicação dos formados para melhor atender às necessidades da indústria¹³. Isso sugere que, apesar de os estudantes e os coordenadores notarem avanços nestas competências como consequência da formação proporcionada pelos cursos, esses avanços provavelmente não são suficientes para satisfazer o mercado.

Além disso, uma comparação direta desses resultados com aqueles trazidos pelo questionário da CPA traz um contraponto, especificamente no que diz respeito à formação cidadã: esta foi muito criticada no questionário da CPA pelos alunos, mas é bem vista pelos estudantes da maioria dos cursos no questionário do ENADE. Porém, a pergunta desse segundo questionário tem duas vertentes: formação profissional (que foi bem avaliada no questionário da CPA), e formação cidadã, e fica difícil saber o peso atribuído a esses dois aspectos pelos alunos ao responder à questão. Portanto, isso pode significar que, na visão dos estudantes, a) a maioria das outras universidades têm um melhor desempenho no desenvolvimento das competências cidadãs em relação à UFSCar, ou b) que os

estudantes tenham se referido mais à formação profissional ao responder tal pergunta.

Já a categoria “metodologias de ensino” merece um cuidado especial em sua análise, devido às perguntas específicas que figuraram dentre aquelas de maior concordância: 50 — “O estágio supervisionado proporcionou experiências diversificadas para a sua formação.”, 51 — “As atividades realizadas durante seu trabalho de conclusão de curso contribuíram para qualificar sua formação profissional.” e 58 — “Os professores utilizaram tecnologias da informação e comunicação (TICs) como estratégia de ensino (projeto multimídia, laboratório de informática, ambiente virtual de aprendizagem).”.

Não são necessárias longas explicações para perceber que estas perguntas não estão diretamente relacionadas à adoção de metodologias de ensino diversificadas: a última destas perguntas apresenta concordância para altos valores na escala de 1 a 6 provavelmente por englobar um dos mecanismos frequentemente utilizados em aulas expositivas atualmente: o projetor multimídia. As duas outras perguntas, por sua vez, dizem respeito às duas experiências de aprendizado mais diferentes do padrão com o qual os estudantes têm contato durante sua formação: a realização de um estágio, que foi bem avaliado assim como no questionário da CPA da UFSCar, por proporcionar experiências de suma importância para o desenvolvimento da expertise profissional^{110, 111} e que não podem ser recriadas num ambiente exclusivamente educacional; e o trabalho de conclusão de curso, que apresenta ao estudante uma oportunidade de investigar mais a fundo um assunto sintetizando e integrando conhecimentos adquiridos durante a graduação para sua execução¹⁷.

Tal positividade dos estudantes com relação à atividade de estágio é corroborada pelos resultados de outra pergunta: 48 — “As atividades práticas foram suficientes para relacionar os conteúdos do curso com a prática, contribuindo para sua formação profissional.”, pergunta que apresentou o valor mais alto para o somatório do índice de discordância, e uma das perguntas com menor média ponderada da opinião dos estudantes. Isso sugere que os estudantes sentem necessidade de mais oportunidades para aplicar os conteúdos teóricos em

situações profissionais, o que acaba tornando o estágio uma experiência muito mais marcante. Porém, pelo que evidencia o índice de discordância e a alta média atribuída pelas diretorias dos cursos, este parece ser um aspecto em que os coordenadores são pouco propensos a tomarem medidas para sua mudança.

Outra questão que merece destaque é 37 — “As relações professor-aluno ao longo do curso estimularam você a estudar e aprender.”, outra das questões com mais alto índice de discordância, e com menor média ponderada da opinião dos estudantes. Estes dados sugerem que o importante relacionamento entre docentes e discentes¹¹⁵ deixa a desejar, e traz à tona novamente o debate realizado quando uma questão similar foi abordada no questionário da CPA.

Como última questão a ser discutida, temos aquela de alta concordância para a categoria de complementação da formação: 44 — “Foram oferecidas oportunidades para os estudantes participarem de projetos de iniciação científica e de atividades que estimularam a investigação acadêmica.”. Além de contar com um baixo índice de discordância, teve altas médias tanto pela avaliação docente quanto discente (inclusive maior para os discentes). Isso remete à discussão anterior sobre a forte integração entre pesquisa e ensino no DEMa, e sugere que isso seja uma força geral dos cursos de engenharia de materiais.

Após análise das percepções discentes e docentes sobre os cursos de engenharia de materiais do país, e especificamente do curso oferecido pela UFS-Car, temos agora subsídios para entender, além das propostas do programa Movimenta Materiais, quais os tipos de ações que mais poderiam beneficiar a educação em EMa. Comunicando estes resultados com aqueles expressados na próxima seção, sobre a pesquisa científica na área de educação em engenharia, podemos conectar as necessidades identificadas com os especialistas e as ações já retratadas na literatura. Para tanto, é necessário, mais uma vez, agrupar as discussões dos pontos menos favoráveis desta seção, e classificá-las de acordo com os termos da EERT que melhor as representam. O resultado está expresso no Quadro 5-3.

Quadro 5-3: Assuntos abordados na discussão sobre os resultados do Questionário do Estudante (ENADE 2017) aplicado aos alunos de cursos de EMa em todo o Brasil, e os termos correspondentes na EERT.

Assunto tratado	Termo(s) na EERT
Apoio para superar as dificuldades de formação	<i>Academic support</i> <i>Advising</i> <i>Student development</i>
Infraestrutura básica e apoio técnico-administrativo	Nenhum
Atividades que unem a teoria à prática	<i>Learning environment</i> <i>Instructional methods</i>
Relacionamento entre alunos e docentes	<i>Faculty</i> <i>Advising</i> <i>Student development</i>

5.4 A PESQUISA EM EE NO MUNDO

Tendo em mente as classificações da taxonomia de pesquisa em educação em engenharia, foram despendidos esforços para classificar a literatura relevante identificada na base de dados Compendex, da Engineering Village, em formatos que pudessem facilmente apontar as direções para as quais a pesquisa científica da área caminha. Inicialmente, a discussão fica a cargo da evolução temporal das publicações para educação em engenharia.

5.4.1 UM PANORAMA DA PRODUÇÃO MUNDIAL

Na Figura 5-4 está representada a evolução do número de publicações sobre educação em engenharia para um período de trinta anos até 2018. Os dados para 2019 e 2020 não foram representados aqui ou em futuras discussões sobre dados bibliométricos porque os dados foram recuperados no final de 2019, o que significa que esses anos ainda não tinham toda a sua produção indexada.

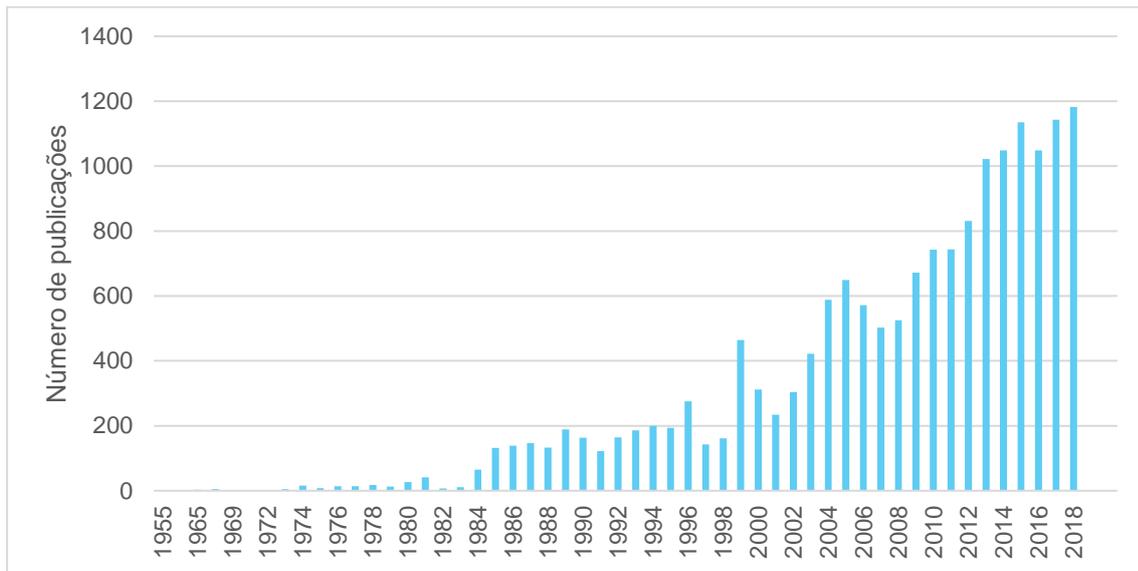


Figura 5-4: Evolução da quantidade de publicações sobre educação em engenharia ao longo dos 30 últimos anos de informações consolidadas.

Uma análise dessa evolução das publicações nessa temática sugere que o crescimento do interesse geral no assunto é verificado, mas que não é muito consistente, com muitos anos recentes apresentando quedas na produção em comparação a anos anteriores. Outro destaque vai para o fato de esta área já ser de interesse científico desde antes da década de 1990.

A Figura 5-5 ilustra a quantidade de publicações de acordo com a nacionalidade de autoria. Para que uma publicação fosse atribuída ao Brasil, por exemplo, era necessário que ao menos um dos autores dela fosse vinculado a alguma instituição brasileira; em casos com autores de nacionalidades distintas, a publicação é contada para todas as nacionalidades representadas na autoria.

A primeira coisa que fica evidente ao analisar a Figura 5-5 é a dominância exacerbada dos Estados Unidos da América na pesquisa científica sobre educação em engenharia, cuja produção é quase cinco vezes maior que a do segundo colocado. Por um lado, isso não é surpreendente, uma vez que os EUA têm um histórico forte de investimentos em pesquisa e desenvolvimento ¹¹⁶, mas sua força nessa área específica, onde nações em patamares mais similares não são tão fortes nesse momento, pode ser atribuída também à priorização desta como

uma área científica de interesse nacional, com estímulos financeiros à sua execução ¹¹⁷.

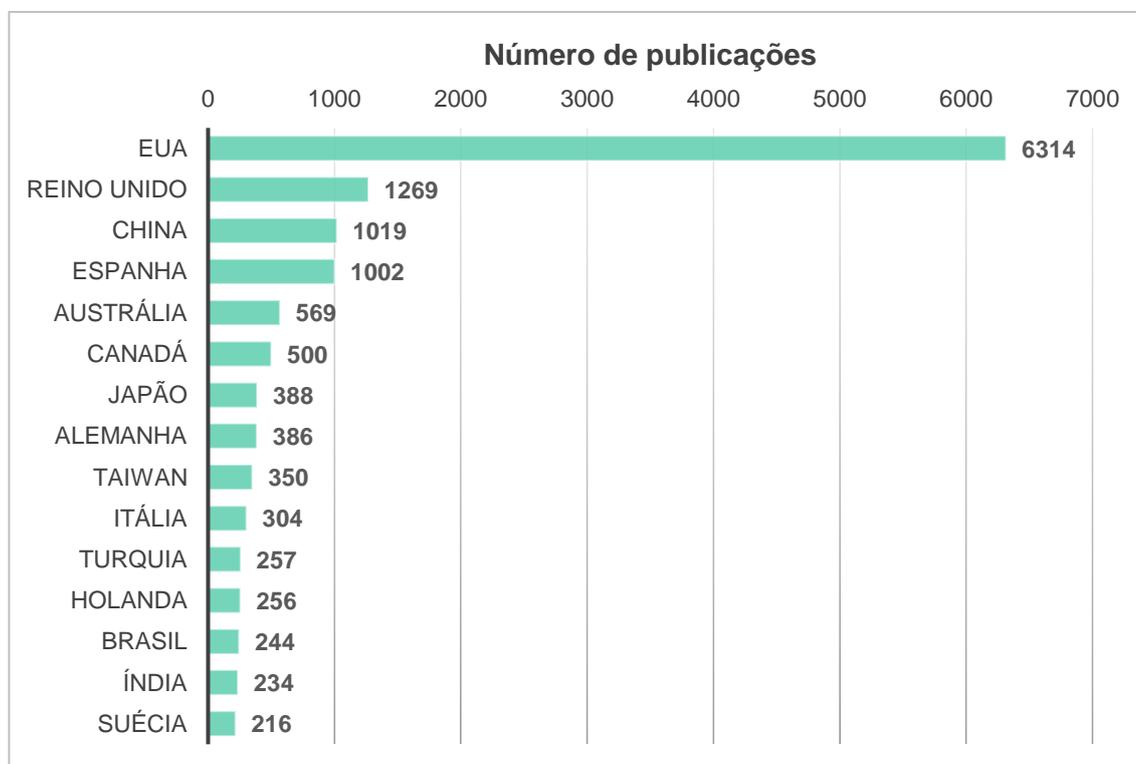


Figura 5-5: Número de publicações sobre educação em engenharia por nacionalidade do(s)/da(s) autor(es)/autora(s).

Considerando o restante da figura, também vemos bons posicionamentos de países como Reino Unido, China e Espanha em um patamar também além do restante das nações observadas. Porém, para o caso destas, não foi encontrado nenhum tipo de diretriz governamental para financiamento de pesquisas nessa temática. O Brasil aparece na 13ª posição, com uma pequena fração da produção destes outros países.

Ainda no contexto de países, é interessante observarmos a rede de colaboração internacional para as publicações da área de educação em engenharia, representada na Figura 5-6. Tal rede consolida os EUA como referência no assunto, uma vez que ocupam uma posição explicitamente central na figura, o que significa que divide seus esforços de colaboração de maneira significativa com todos os países ali representados. Além disso, vemos que o algoritmo de agrupamento do VOSviewer resultou em três agrupamentos: o vermelho, composto

majoritariamente de países europeus, com a presença também do Brasil e da África do Sul; o verde, composto por países asiáticos e pela Austrália; e o azul, que representa uma posição mais central com colaborações significativas com os dois outros agrupamentos, composto por EUA, Canadá e Turquia.

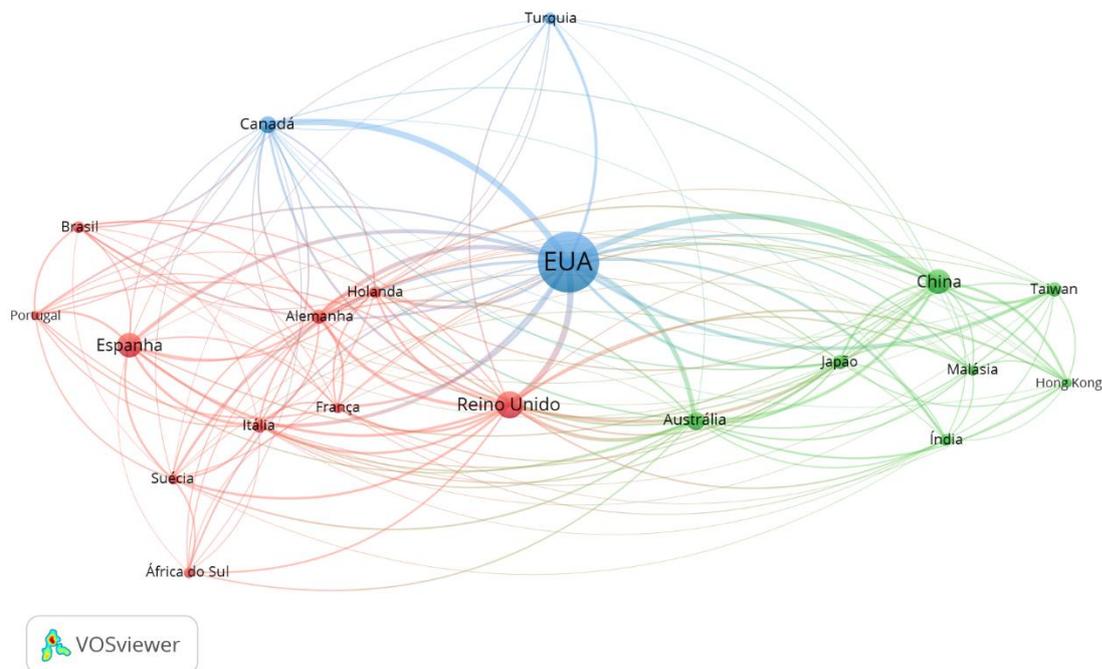


Figura 5-6: Rede de colaboração entre os 20 países com as maiores produções acadêmicas sobre educação em engenharia.

É interessante notar como a proximidade cultural e geográfica se reflete nas colaborações de pesquisa em uma temática educacional, que é fortemente atrelada à cultura de cada lugar. Assim, fica bem evidente a separação da cultura ocidental (representada pelo grupo em vermelho) em relação à cultura oriental (representada pelo grupo em verde). Notavelmente, a Austrália possui raízes culturais ocidentais, que contribuem para sua posição periférica no grupo verde, e sua proximidade com o Reino Unido e os EUA, mas sua posição geográfica facilita o contato e a influência com os países asiáticos. Isso levanta questionamentos sobre a relação entre cultura e educação: dado que países de culturas mais próximas valorizam aspectos similares em contextos educacionais, faz sentido que, a princípio, desenvolvam parcerias entre si; parcerias em uma escala

global provavelmente seriam resultado de uma melhor receptividade a diferentes ideias e perspectivas.

Uma análise em conjunto agora com a Figura 5-7 torna um pouco mais clara a relação de cada país com a produção nesta área. O que fica evidente ao analisá-la é que os EUA e o Reino Unido possuem um interesse histórico em educação em engenharia, porém o Reino Unido não teve uma evolução muito significativa nos últimos dez anos, especialmente quando comparado à evolução da China, da Espanha, dos EUA, e até mesmo do Brasil. O aumento na produção chinesa pode ser uma consequência direta dos grandes investimentos feitos em ciência no país em anos recentes, além de um interesse genuíno no assunto, que deve ser o principal motivador nos outros países.

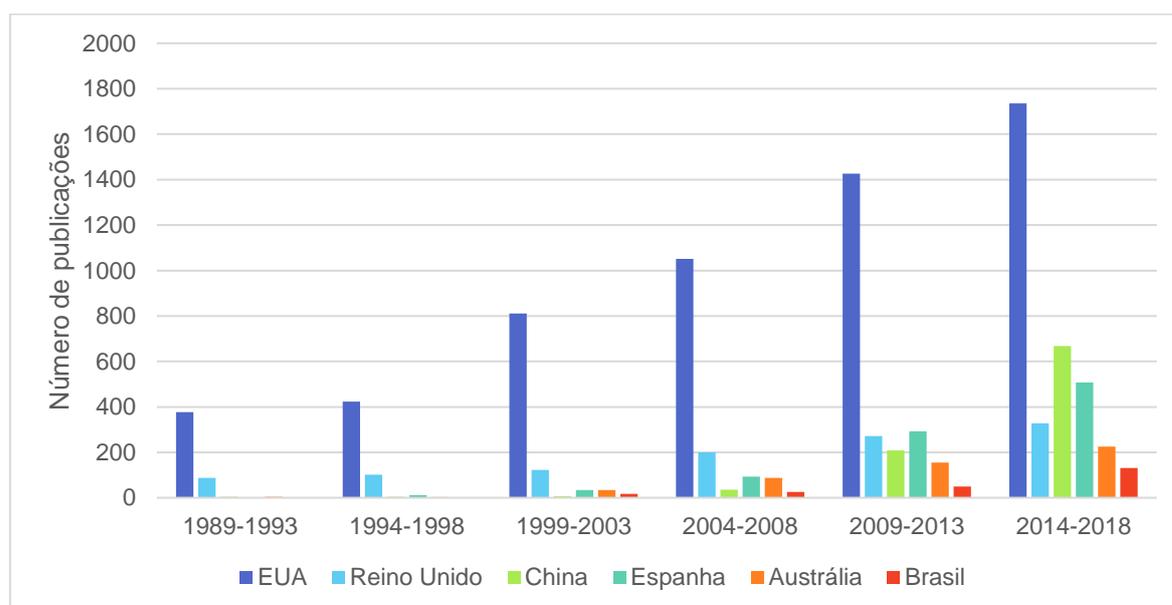


Figura 5-7: Evolução do número de publicações sobre educação em engenharia por quadriênios para os cinco países mais representados. Os dados para o Brasil são apresentados para finalidades comparativas.

Ao investigar as instituições responsáveis por essas publicações, novamente algumas diferenças curiosas aparecem. Em um simples ranqueamento de instituições, a primeira tem uma produção quase 75% maior que a segunda, que deu início a um questionamento sobre a razão de tal discrepância. Após algumas investigações nos *websites* das instituições, foi constatado que algumas delas possuem departamentos/escolas totalmente focadas em educação em

engenharia, incluindo até mesmo a oferta de programas de pós-graduação dedicados a essa temática. Essa investigação se estendeu a todas as instituições presentes em uma classificação das 10 mais produtivas para esta temática, incluindo uma investigação sobre o ano em que as atividades específicas de educação em engenharia tiveram início (início de um programa de pós-graduação), e os resultados são exibidos no Quadro 5-4.

Quadro 5-4: As dez instituições com mais publicações sobre educação em engenharia, e suas relações acadêmicas com a área.

Instituição	Nº de publicações	Possui programa de pós-graduação dedicado a educação em engenharia?	Ano de início das atividades de EE
(EUA) Purdue University	351	Sim	2004
(EUA) Pennsylvania State University	202	Não	-
(EUA) Virginia Tech	183	Sim	2008
(Espanha) Politecnica de Madrid	134	Não	-
(EUA) Georgia Tech	133	Não	-
(EUA) Arizona State University	132	Sim	2016
(EUA) Texas A&M University	109	Não	-
(EUA) North Carolina State University	106	Não	-
(EUA) University of Michigan	104	Sim	[2017]
(EUA) MIT	89	Não	-

É importante frisar que, apesar de muitas dessas instituições não possuírem atividades explicitamente voltadas à educação em engenharia, muitas contam com grupos de pesquisa ou oferecem programas focados em educação para nível superior, ou então para STEM. Os dois casos incluem a engenharia, e essa pode ser uma das razões pelas quais essas instituições constam no Quadro 5-4.

Investigando aquelas que possuem um programa ou uma escola de educação em engenharia, podemos destacar Purdue University como instituição pioneira, logo seguida por Virginia Tech. É interessante notar que as duas instituições possuem um extenso histórico de militância e inconformidade com os “padrões” da educação em engenharia, com ações documentadas desde a década de 1960, incluindo ações para fortalecimento de presença de minorias nos cursos (notavelmente mulheres e negros) e estudos longitudinais sobre os problemas no processo de formação em engenharia ^{118, 119}. Dessa forma, a transformação de unidades já existentes em departamentos/escolas de educação em engenharia, o avanço em pesquisas, e a criação de programas de pós-graduação foram passos naturais em suas histórias. Nesse caso, a posição mais favorecida da Purdue University em relação à Virginia Tech se deve provavelmente ao ano de início das atividades de seus programas de doutorado: 2004 e 2008, respectivamente, apesar de ambas terem fundado departamentos/escolas de educação em engenharia em 2004.

Após alguns anos, outras instituições começaram a seguir seus exemplos, e fundaram seus próprios programas e departamentos. Isso se aplica majoritariamente a instituições nos EUA, e em pesquisas exploratórias, foi possível encontrar uma instituição de outro país que tenha fundado um programa de pós-graduação de cunho similar, a Universiti Teknologi Malaysia, na Malásia.

Outro aspecto notável no Quadro 5-4 é que praticamente todas as instituições nele presente são estadunidenses. A única de outro país é a espanhola Politécnica de Madrid, que apesar de não possuir um programa ou departamento específico para educação em engenharia, demonstra um desempenho e interesse importantes na área.

5.4.2 AS IDEIAS EXPLORADAS PELA COMUNIDADE CIENTÍFICA DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Tão importante quanto entender quais são os países e instituições mais influentes dentro de um contexto geral e histórico da pesquisa sobre educação em engenharia é entender quais são os tópicos específicos e as subáreas que são

investigadas pelos pesquisadores. Como mencionado anteriormente no texto, a criação de uma taxonomia para termos recorrentes na pesquisa de EE foi um processo muito importante no estabelecimento de áreas de importância para esses contextos, e tendo ela como base (disponível para consulta integral no Anexo 1), os termos foram reconhecidos nas publicações da amostra final (considerando as publicações de 2019 e 2020) para possibilitar a construção de indicadores sobre os tópicos de pesquisa.

A Figura 5-8 representa uma rede de co-ocorrência dos termos de 2º nível da taxonomia em EE que ocorreram em pelo menos 2% da amostra (349 publicações). A representação foi feita com os termos de 2º nível da taxonomia porque representam um bom equilíbrio entre especificidade de assunto e quantidade de agrupamentos. Além disso, não são todas as categorias que possuem termos de terceiro nível, portanto para uma representação homogênea em que só fossem exibidos termos de mesmo nível da taxonomia, o 2º foi a melhor opção. Porém, os termos foram coloridos de acordo com a categoria de 1º nível à qual pertencem, possibilitando uma visão holística das áreas.

Uma das primeiras coisas que chama a atenção ao observar tal rede é a predominância de termos da categoria *Educational level*, dado que termos como *Higher education*, *Undergraduate* e *Graduate education* estão entre os de maior ocorrência. Isso destaca a necessidade que os autores sentem de frisar o contexto educacional abordado em sua pesquisa, assim traçando uma clara delimitação entre aquilo que é pesquisado para o contexto de graduação, pós-graduação, e ensino básico.

Outros termos que se destacam por sua grande ocorrência pertencem à categoria *Educational setting*. *Engineering fields* abrange as especialidades da engenharia, como engenharia mecânica, engenharia civil e engenharia de materiais, que normalmente são mencionadas pelas pesquisas por tais terem sido conduzidas apenas com pessoas envolvidas com especialidades específicas, ou abordando algum corpo de conhecimento específico da área. Já *Learning environment* define ambientes de aprendizagem que podem ter sido investigados na pesquisa.

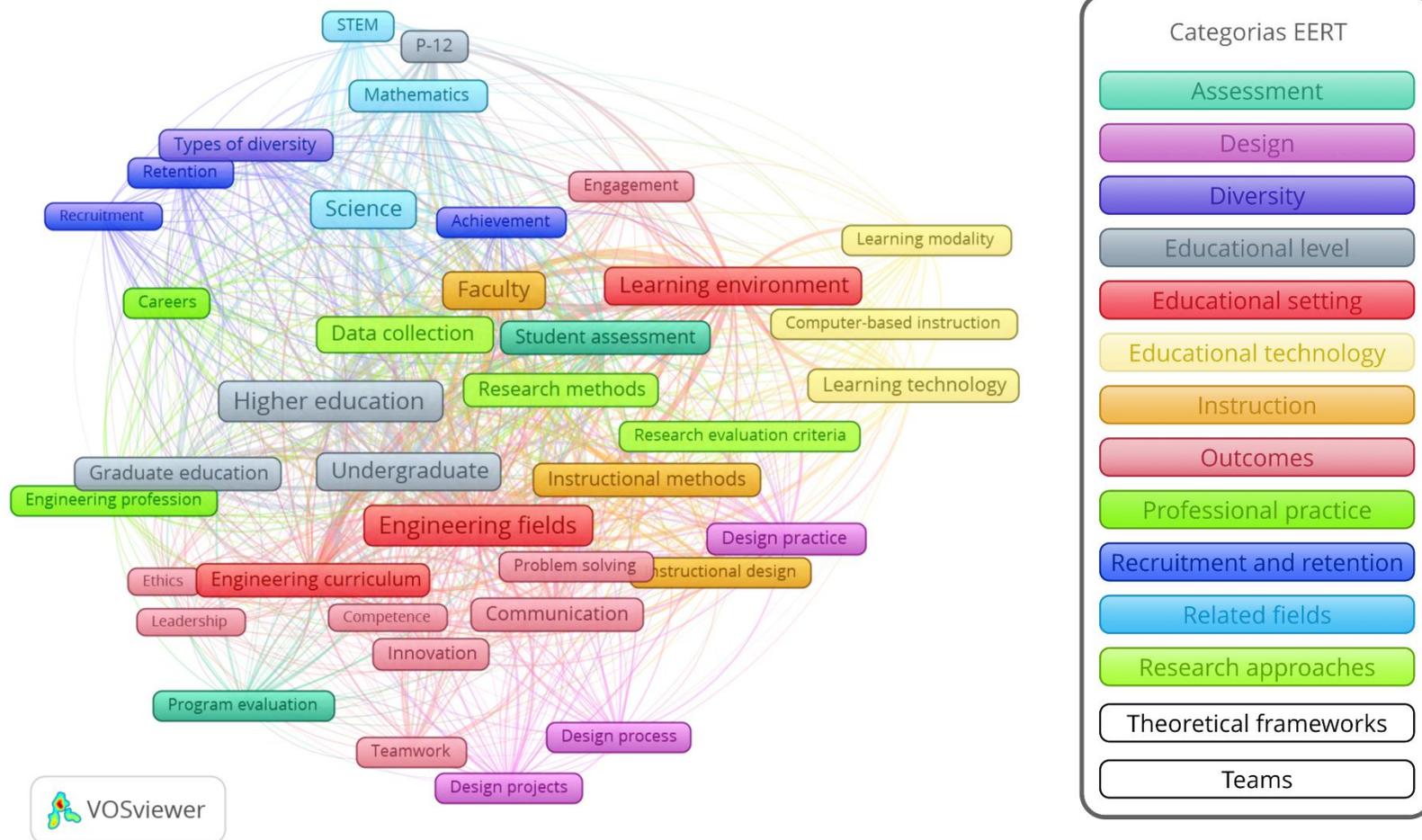


Figura 5-8: Rede de co-ocorrência dos termos de 2º nível da taxonomia de pesquisa em EE que ocorreram em ao menos 2% da amostra, coloridas de acordo com a categoria de 1º nível à qual pertencem.

A categoria *Instruction* também possui dois termos que se destacam pelo número de ocorrências, *Faculty* e *Instruction methods*. O primeiro engloba aspectos relacionados aos docentes, como relacionamento com os estudantes, filosofias de ensino, papel que estes exercem no aprendizado dos alunos, e desenvolvimento de suas habilidades pedagógicas. O segundo contém diversas metodologias de ensino, que fazem parte de recentes debates na comunidade do DEMa, abrangendo a “aula-palestra”, aprendizagem ativa, sala de aula invertida e outras.

Dois últimos termos de destaque dentre os de maior ocorrência são *Research methods* e *Data collection*, pertencentes à categoria *Research approaches*. A presença de termos desta categoria se faz importante no contexto do debate que questiona se a pesquisa em EE já constitui uma área acadêmica: um dos pontos levantados em discussões anteriores é sobre a adoção de metodologias de pesquisa rigorosas como em outras áreas já consolidadas ¹²⁰. Ao que a rede nos indica, esse critério já pode se considerar satisfeito atualmente, devido à alta presença de termos da categoria *Research approaches*.

Para um segundo momento de análise da rede exibida na Figura 5-8, o foco fica em observar a proximidade dos termos exibidos, lembrando que o algoritmo de construção das redes aproxima aqueles termos que estão mais relacionados dentro da amostra. Sob essa óptica, é possível destacar três regiões principais na rede: a superior esquerda, a direita, e a inferior.

A região inferior consiste em muitos termos da categoria *Outcomes*, ou seja, os resultados do aprendizado; sua proximidade faz sentido, e indica que frequentemente esses resultados são estudados em conjunto. Notavelmente, a habilidade de comunicação se mostra central às habilidades de inovação e de resolução de problemas, enquanto liderança se mostra intimamente ligada à ética.

Porém, mais detalhes interessantes vêm à tona quando comparamos as palavras de categorias diferentes na região inferior: a categoria *Outcomes* interage fortemente com a categoria *Design*, e fortemente com alguns termos de *Educational setting* e *Assessment*. Um desses detalhes vem do termo *Program*

evaluation, que engloba aquilo que é relacionado à análise e avaliação dos próprios cursos que propiciam uma formação em engenharia, e sua proximidade com muitos dos termos que expressam resultados de aprendizagem indica que uma das maiores preocupações na literatura ao se avaliar um curso de engenharia é com relação às habilidades e competências agregadas aos alunos. Além disso, sua proximidade com *Engineering curriculum*, ou seja, com o currículo dos cursos de engenharia, também indica que muitas dessas avaliações se preocupam em analisar o currículo como um todo, ou que resultam em consequências diretas para a evolução do currículo.

O outro detalhe diz respeito aos termos *Design process* e *Design projects*, relacionados ao trabalho e à concepção de projetos de projetar produtos ou processos de engenharia, que se mostram próximos às competências *Teamwork* (trabalho em equipe), *Innovation* (inovação) e *Communication* (comunicação). Tal proximidade indica que os tipos de atividades da categoria *Design* se refletem no desenvolvimento em especial dessas competências, que são parte importante para que tais atividades sejam bem-sucedidas.

Passando para a região superior esquerda, é importante destacar primeiramente a proximidade dos termos *STEM* e *P-12*. A sigla P-12 é utilizada na língua inglesa, mais frequentemente em contextos estadunidenses, para indicar a educação básica, ou seja, toda a educação formal que antecede o ensino superior. Tal proximidade indica que a sigla STEM, e a interdisciplinaridade por ela postulada entre ciências, tecnologia, engenharia e matemática, costuma ser utilizada na literatura muito mais para abordagens de ensino básico do que de ensino superior. A relativa proximidade desses termos também com *Mathematics* e *Science* se faz um pouco mais óbvia, dado que são componentes específicos do contexto de STEM.

Ainda na região superior esquerda, se destaca a proximidade dos termos *Recruitment* (no sentido de seleção para ingresso no ensino superior), *Retention* (retenção no sentido positivo, de evitar que alunos abandonem o curso) e *Types of diversity* (tipos de diversidade), das categorias *Recruitment and retention* e *Diversity*. Tal proximidade indica que a diversidade de pessoas, seja ela de

gênero, condições socioeconômicas, etnia, orientação sexual, individualidades, ou outras especificadas na taxonomia, é frequentemente investigada junto a ações de seleção e de retenção; ou seja, a preocupação com a diversidade nos cursos de engenharia é atualmente abordada na literatura quanto a formas de despertar o interesse em engenharia para essas minorias e garantir sua entrada nos cursos, e quanto a formas de evitar que elas sejam vítimas de evasão.

Por fim, temos a região direita, que engloba muitos termos relacionados à parte de concepção e execução das atividades educacionais. Fica evidente então que, na literatura, os docentes (*Faculty*) de cursos de engenharia estão intimamente relacionados aos aspectos de engajamento (*Engagement*), avaliação (*Student assessment*), e realizações dos estudantes (*Achievement*). Além disso, os docentes se relacionam com o ambiente de aprendizagem (*Learning environment*), que por sua vez também está fortemente ligado com as avaliações e com o engajamento.

Isso indica que os docentes — influenciados por suas relações com os estudantes, desenvolvimento pedagógico e filosofias de ensino — em conjunto com o ambiente de condução das atividades — salas de aula, laboratórios, contextos extracurriculares e outros — têm consequências importantes sobre o engajamento dos alunos e sobre a forma com que são avaliados. Alternativamente, isso pode significar que engajamento e avaliação estudantil são sempre estudados considerando o contexto docente e ambiental.

A Figura 5-9 exibe uma rede similar à anterior, novamente exibindo os mesmos termos e as mesmas correlações entre eles. A diferença é o gradiente de cores aplicado à rede, que depende do ano médio de publicação das publicações associadas a cada termo. Dessa forma, aqueles termos que apresentam uma cor mais próxima de vermelho são, na média, mais estudados recentemente, enquanto aqueles com a cor mais próxima ao branco eram, na média, mais estudados em anos anteriores. A ideia por trás dessa visualização é indicar as direções para as quais as investigações científicas em EE caminham.

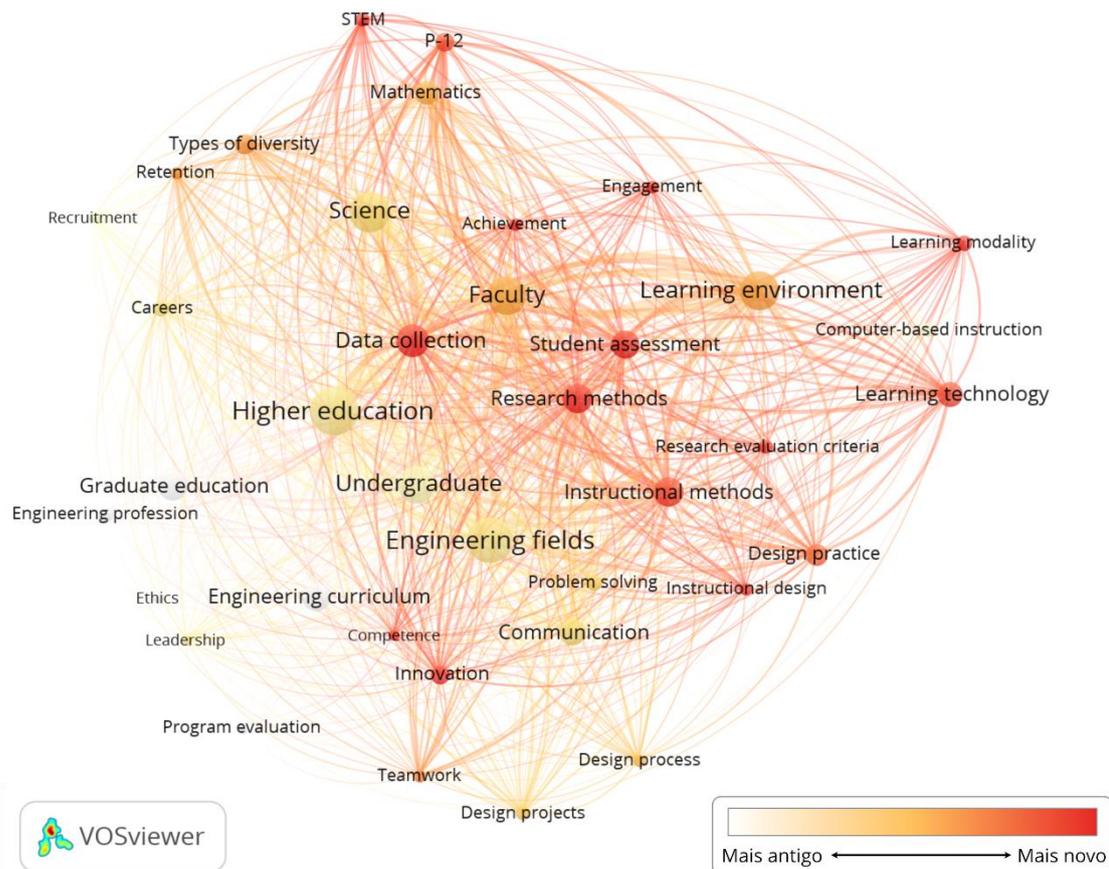


Figura 5-9: Rede de co-ocorrência dos termos de 2º nível da taxonomia de pesquisa em EE, codificados por cor de acordo com a média ponderada dos anos de publicação dos artigos de cada categoria.

O que inicialmente se destacam são os termos “intermediários”, próximos ao laranja. Uma forma de interpretar aqueles que possuem essa coloração não é apenas que são “medianamente recentes” nas investigações da literatura, mas sim que são termos de discussão pertinente desde as publicações mais antigas até aquelas dos dias de hoje. É o caso de termos como *Types of diversity*, *Retention*, *Mathematics*, *Faculty*, *Teamwork* e *Learning environment*.

Os termos mais atuais — aqueles de coloração vermelha mais intensa — por sua vez, incluem notavelmente aqueles da categoria *Research approaches*, o que indica que a adoção de metodologias de investigação rigorosas, sejam elas quantitativas, qualitativas, mistas ou outras, são realmente avanços mais recentes no contexto de pesquisa em EE, o que certamente contribui para a

reputação de EE como uma área acadêmica digna de tal classificação. De maneira pouco surpreendente, os termos associados a tecnologias educacionais também têm mais ocorrências em tempos recentes, dados os grandes avanços vividos em tecnologias digitais nos últimos anos, e a democratização ao acesso a esses recursos.

5.5 PROSPECÇÃO DE PARCERIAS A PARTIR DAS NECESSIDADES BRASILEIRAS E DA UFSCAR

5.5.1 OS OBJETIVOS DO “MOVIMENTA MATERIAIS”

Além dos pontos levantados individualmente pelas diferentes análises de dados, uma última importante fonte que podemos consultar para estabelecer as referências prioritárias com o auxílio da bibliometria é o próprio projeto que foi submetido à CAPES, e por ela aprovado, para constituir o “Movimenta Materiais”. O projeto submetido contava com textos em 11 categorias, onde os autores do projeto exploravam diretrizes específicas que gostariam de seguir em tais categorias, bem como alguns diagnósticos da situação atual do curso. Além disso, foram estabelecidos objetivos gerais e específicos a serem alcançados pelo programa até o fim de sua execução.

Consultando este projeto aprovado, portanto, foram identificados os termos da taxonomia em EE que mais se alinhavam às propostas em texto e aos objetivos estabelecidos para o programa, representados nos Quadros Quadro 5-5 e Quadro 5-6 .

Quadro 5-5: Textos das categorias do PIM submetido à CAPES pelo curso de EMa da UFSCar, analisadas de acordo com suas temáticas e termos equivalentes na EERT.

Categorias do projeto	Principais palavras associadas na descrição da categoria	Termos na EERT
Diagnóstico do curso atual	Pioneirismo; avaliação pelo MEC; infraestrutura física; corpo docente qualificado; retenção; alumni	<i>Program evaluation, Faculty, Retention</i>
Apoio institucional ao PIM	Administração universitária	<i>Institutional culture, Institutional change</i>
Projeto curricular	Formação técnica sólida em ciência dos materiais; sociedade; meio ambiente; flexibilidade na formação; redução do número de horas em sala de aula; inovação e empreendedorismo; EMa computacional	<i>Ethics, Reflection, Critical thinking, Entrepreneurship, Computing skills, Innovation, Intercultural competence, Engineering curriculum, Learning environment, Industry involvement, Learning technology</i>
Metodologias de ensino e de avaliação discente	Diversificação de metodologias de ensino e avaliação	<i>Instructional design, Instructional methods, Student assessment</i>
Estratégia de governança do ensino de graduação	Administração para reformas de ensino	<i>Institutional change</i>
Estratégia de mobilização e capacitação docente	Treinamento docente	<i>Faculty</i>
Parcerias com o setor produtivo	Integração indústria-universidade; empreendedorismo	<i>Industry involvement, Engineering profession</i>
Parcerias com instituições dos EUA	Parcerias institucionais; participação em congressos internacionais	<i>Program evaluation, Learning evaluation</i>
Sistemática de acompanhamento e avaliação do PIM	Estratégias de acompanhamento e avaliação institucional	<i>Organizational Assessment, Program evaluation</i>
Estratégia de disseminação para outros cursos e instituições	Disseminação; congressos	Nenhum
Sistemática de seleção dos beneficiários	Editais; plano de atividades	Nenhum

Quadro 5-6: Classificação dos objetivos do PIM submetido à CAPES, e suas classificações na EERT.

Tipo	Objetivo	EERT
Geral	Acompanhamento sistemático da execução do PIM, com a finalidade de controlar e estimular os avanços dentro de cada objetivo pretendido para que não fiquem aquém do desejado ao final do projeto.	<i>Organizational assessment</i>
Geral	Aumentar a disponibilização de recursos de aprendizado em Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), como videoaulas, materiais didáticos, textos, entre outros	<i>Computer-based instruction, Electronic communication</i>
Geral	Aumentar a interação do setor industrial com a graduação em Engenharia de Materiais	<i>Industry involvement</i>
Geral	Formar docentes especializados em metodologias modernas de ensino.	<i>Faculty</i>
Geral	Fortalecer a presença da engenharia computacional e de empreendedorismo, criatividade e inovação ao longo do curso, através da criação de disciplinas que componham trilhas de conhecimento do PIM	<i>Entrepreneurship, Engineering profession, Learning technology</i>
Geral	Qualificar o perfil dos discentes ingressantes, de maneira a identificar e aumentar o interesse externo pelo curso, servindo como guia para avaliar a efetividade das medidas de disseminação do curso	<i>Recruitment</i>
Geral	Reduzir o índice de evasão do curso, bem como a retenção em disciplinas do ciclo básico	<i>Retention, Mathematics, Science</i>
Específico	Aumentar a integração entre disciplinas, visando a interdisciplinaridade entre os conceitos trabalhados, e esclarecendo o propósito de alguns conhecimentos no contexto geral da formação	<i>Engineering curriculum</i>
Específico	Ações para atrair maior público feminino ao curso, notavelmente dominado em presença e interesse por pessoas do sexo masculino.	<i>Diversity concerns, Types of diversity</i>
Específico	Divulgação do curso via internet em esforços conjuntos do departamento e do centro acadêmico, incluindo a virtualização do projeto “Escola de Férias de Engenharia de Materiais”, que existe há 15 anos	<i>Recruitment</i>

Tipo	Objetivo	EERT
Específico	Elaborar videoaulas para nivelamento nas disciplinas do ciclo básico, e envolvimento de alunos veteranos em parceria com o centro acadêmico para monitorias de tais disciplinas	<i>Academic support, Preparation</i>
Específico	Expandir o modelo aplicado em iniciativas consolidadas do DEMa, nas quais profissionais atuantes na indústria atuam em sala de aula apresentando o conteúdo, tal é usado em seu ambiente profissional	<i>Industry involvement, Engineering profession</i>
Específico	Fortalecer a oferta de visitas técnicas aos alunos para as diversas empresas na rede de contatos do departamento	<i>Industry involvement</i>
Específico	Fortalecer interação com a comunidade, aumentando presença no evento de Universidade Aberta, e criando uma disciplina eletiva em que os alunos participantes divulgariam o curso em escolas onde estudaram	<i>Recruitment</i>
Específico	Incentivo à participação das oficinas de docência ofertadas pela IES e pelo departamento	<i>Faculty</i>
Específico	Inserção das novas metodologias de ensino nas disciplinas, com auxílio da criação de um banco de dados para compartilhamento de experiências dos docentes e da articulação com as oficinas	<i>Instructional design, Instructional methods</i>
Específico	Trabalhar com os especialistas americanos a respeito de metodologias de ensino, disseminar esse aprendizado através de workshops nos congressos COBENGE e CBECiMat e elaborar cursos à distância	<i>Instructional design, Instructional methods</i>

É importante frisar que a gestão do Movimenta Materiais irá mudar diversas vezes ao longo de sua execução, e que, portanto, as ideias expressas nos textos de concepção não serão necessariamente atacadas por todas as gestões. Os objetivos estabelecidos no início do projeto, porém, serão cobrados pela CAPES ao final da execução através da análise de indicadores específicos, o que significa que os pontos associados a tais objetivos devem permanecer preocupações constantes para as gestões.

5.5.2 AS NECESSIDADES BRASILEIRAS EM TERMOS DA TAXONOMIA DE PESQUISA EM EE

Para interligar os resultados obtidos pela análise dos dados públicos sobre os cursos de EMa no Brasil, e o curso da UFSCar especificamente, com os achados da bibliometria para educação em engenharia, foi necessário primeiramente classificar os tópicos desfavoráveis dessas análises na forma de termos da taxonomia. Tais classificações foram feitas em todos as seções após as discussões relevantes, e no Quadro 5-7 segue levantamento de todos os termos que foram levantados nas discussões anteriores:

Quadro 5-7: Os termos de segundo nível da taxonomia de pesquisa em EE identificados como de interesse aos cursos de EMa, de acordo com a categoria primária à qual pertencem.

Categoria	Termos identificados
<i>Assessment</i>	<i>Organizational assessment; Program evaluation; Student assessment</i>
<i>Design</i>	Nenhum
<i>Diversity</i>	<i>Diversity concerns; Types of diversity</i>
<i>Educational level</i>	Nenhum
<i>Educational setting</i>	<i>Engineering curriculum; Learning environment</i>
<i>Educational technology</i>	<i>Computer-based instruction; Electronic communication; Learning technology</i>
<i>Instruction</i>	<i>Faculty; Institutional change; Instructional design; Instructional methods</i>
<i>Outcomes</i>	<i>Communication, Computing skills, Critical thinking, Engagement, Entrepreneurship, Ethics, Innovation, Intercultural competence, Reflection</i>
<i>Professional practice</i>	<i>Careers; Engineering profession; Industry involvement</i>
<i>Recruitment and retention</i>	<i>Academic support; Advising; Preparation; Recruitment; Retention; Student development</i>
<i>Related fields</i>	<i>Mathematics; Science</i>
<i>Research approaches</i>	Nenhum
<i>Theoretical frameworks</i>	<i>Developmental theory</i>
<i>Teams</i>	<i>Team dynamics</i>

Algo que se destacou durante o processo de atribuição de termos da taxonomia para os aspectos debatidos nos questionários elaborados é o fato de que essa padronização de termos para a literatura internacional não contém referências a questões de infraestrutura básica, um tópico que frequentemente veio à tona no contexto brasileiro. Isso sinaliza que estas preocupações com infraestrutura não são evidentes na literatura internacional, provavelmente pela maior parte da produção ser oriunda de países com condições de investimento favoráveis; e que as instituições brasileiras ainda sofrem com esses aspectos.

5.5.3 A INTERFACE ENTRE AS NECESSIDADES E A PESQUISA PARA PARCERIAS EM POTENCIAL

Algumas formas muito corriqueiras para atuar sobre mudanças estruturais em organizações são as avaliações comparativas (*benchmarking*) e a formação de parcerias. Com essas abordagens em mente, fica claro que seria estratégico para os cursos de EMA brasileiros terem em vista quais instituições/organizações são mais indicadas para essas parcerias/benchmarkings. Portanto, o foco desta seção final é de interligar todas as necessidades elencadas na seção anterior — e expressas pelo Quadro 5-7 — com as instituições que mais se destacam em cada uma dessas áreas na literatura mundial de EE.

Para tanto, foi elaborada a rede de co-ocorrência representada na Figura 5-10, onde os termos identificados anteriormente foram relacionados às 20 instituições de maior produção científica em EE no mundo. Não foi julgado necessário construir uma rede separada apenas com instituições estadunidenses, como forma de tratamento mais específico para amparar o Movimento Materiais, que pode desenvolver suas parcerias apenas com instituições dos EUA. Isso porque, das 20 instituições que figuram na rede, apenas 3 delas são de outros países: *Politecnica de Madrid* (Espanha), *Delft University* (Holanda), *Nanyang Technological University* (Singapura), o que torna simples desconsiderá-las para essa finalidade.

O que fica inicialmente evidente ao analisar a Figura 5-10 é a força de determinados tópicos. Por exemplo, termos como *faculty*, *science*, *student assessment*, *learning environment*, *engineering curriculum*, *learning technology*, *instructional methods* e *communication* se fazem presentes em grande parte da literatura de interesse, e se interconectam com quase todas as instituições ali representadas.

Analisando a rede ainda em conjunto com as tabelas apresentadas no Classificações das instituições que pesquisam EE nas categorias estratégicas, que representam a classificação de instituições para cada uma das categorias de primeiro nível da EERT, de acordo apenas com os termos levantados como pertinentes à EMA, alguns detalhes começam a se destacar.

Primeiramente, instituições como Purdue University, Virginia Tech, Arizona State University e Pennsylvania State University aparecem consistentemente em posições boas considerando todos os contextos de interesse. Isso ressalta que essas quatro instituições se mostram especialmente estratégicas para avaliação comparativa e desenvolvimento de parcerias, por terem presença em todos os tópicos. Além disso, consolida a posição de destaque dessas mesmas instituições conforme discutido no Quadro 5-4, indicando que além da alta produtividade, elas possuem grande abrangência em sua pesquisa. De interesse especial ao Movimento Materiais, temos o fato de que essas 4 instituições são todas estadunidenses, destacando-as para parcerias do programa.

Também podemos identificar, tanto pela proximidade dos itens na rede representada pela Figura 5-10 quanto pelas tabelas do Apêndice D, instituições que parecem ter forças em áreas específicas dentre aquelas de interesse à EMA, dentre as quais podemos destacar (sem nenhuma ordem específica):

- Politecnica de Madrid (Espanha): destaque em muitas áreas, mas principalmente em ambientes de aprendizagem; tecnologias de aprendizagem; docentes; e métodos de ensino;
- Georgia Tech (EUA): também com destaque em diversas áreas, se sobressai em docentes; ciências correlatas à engenharia no contexto

educacional; desenvolvimento de habilidades de comunicação, inovação e empreendedorismo; ambiente de aprendizagem; e estrutura curricular.

- Texas A&M (EUA): estrutura curricular; docentes; métodos de avaliação; e com um destaque na área de suporte acadêmico;
- North Carolina State University (EUA): métodos de ensino; docentes; carreiras; e teoria do desenvolvimento.
- University of Michigan (EUA): tipos de diversidade, destaque na área de mudança institucional; desenvolvimento das competências de ética e pensamento crítico; e uma compreensão ampla de assuntos da categoria recrutamento e retenção.
- MIT (EUA): interesses bem distribuídos, com um leve destaque na literatura para ciências correlatas à engenharia no contexto educacional; estrutura curricular; ambiente de aprendizagem; e competências de inovação e comunicação.
- University of Washington (EUA): sua posição próxima ao centro aponta um equilíbrio entre as áreas de interesse, porém se destaca apenas na teoria do desenvolvimento.
- Iowa State University (EUA): também numa posição mais central, mas tem um certo destaque em avaliações estudantis; avaliações de cursos; e uma visão ampla da categoria recrutamento e retenção.
- Carnegie Mellon (EUA): na literatura mundial, se destaca apenas em ciências correlatas à engenharia no contexto educacional.
- Oregon State University (EUA): destaque apenas em ambiente de aprendizagem e estrutura curricular.
- Stanford University (EUA): se destaca em docentes; métodos de ensino; orientação; retenção; recrutamento; e preparação.
- University of Colorado (EUA): um forte destaque nas categorias de tipos de diversidade e preocupações com diversidade; e um destaque modesto também em carreiras, integração com indústria e profissão em engenharia.

- Delft University (Holanda): possui uma posição periférica na rede que indica uma conexão mais forte com métodos de ensino e de avaliação, mas não se destaca em nenhuma área específica perante as outras instituições.
- University of Florida (EUA): se sobressai apenas nos tópicos relacionados à diversidade — tipos de diversidade e preocupações com a diversidade.
- Texas Tech (EUA): encontra-se em uma posição periférica, indicando proximidade com tópicos como competências de comunicação, ética; e o uso de comunicação eletrônica; porém não se destaca quando comparada às outras instituições.
- Nanyang Technological University (Singapura): também em uma posição periférica que indica proximidade com as competências de comunicação, ética e reflexão; quando comparada às outras se destaca em tecnologias educacionais, ensino baseado em computadores, e comunicação eletrônica.

Fica evidente então que formular contatos com algumas dessas instituições se mostra mais vantajoso para determinados aspectos de interesse ao curso de EMa. Ao mesmo tempo, outras instituições se mostram como verdadeiras coringas, sendo interessantes para avaliações comparativas e parcerias em praticamente qualquer área. Com esses direcionamentos em mente, espera-se que o planejamento de parcerias estratégicas seja facilitado tanto para o contexto do Movimento Materiais dentro da UFSCar, quanto em outros contextos de melhoria de curso que possam estar em curso em outras instituições brasileiras.

6 CONCLUSÕES

Após a análise de dados públicos do Questionário do Estudante, da avaliação do curso de EMa da UFSCar pela CPA, e da análise do histórico de alunos da EMa da UFSCar, fica evidente que pontos de melhoria nesses cursos podem ser encontrados sem a necessidade de se coletarem novos dados, mas simplesmente aproveitando dados existentes que não são estudados com essa finalidade.

Com essas análises, foi possível constatar que os cursos de engenharia de materiais da UFSCar e do Brasil muito ganhariam com replanejamentos, notavelmente no que diz respeito à diversidade de alunos, infraestrutura física, acolhimento, métodos de ensino e avaliação.

A diversidade de alunos foi abordada puramente como uma questão de gênero neste trabalho, e foi possível mostrar que avanços significativos ainda podem ser feitos para elevar a presença feminina nos cursos de engenharia de materiais a um patamar similar à presença feminina na população brasileira como um todo. Tais esforços podem incluir, mas não se limitam a, estabelecer o público feminino como foco em organização de oficinas técnicas e não técnicas, divulgação científica e visitas em laboratórios e universidades.

Quanto à infraestrutura física, verificou-se que é um ponto de descontentamento tanto a alunos quanto a docentes em uma escala nacional. Isso sinaliza a necessidade de incorporação de medidas, dentro das realidades financeiras de cada instituição, de avaliação periódica das condições físicas da instituição e maior contato com as necessidades da comunidade acadêmica.

Verificou-se, especificamente no curso de EMa da UFSCar, que muitos alunos deixam o curso no primeiro ano e, paralelamente, foi identificada na literatura a dificuldade de adaptação ao contexto universitário pelos alunos. A partir disso é importante sugerir a implementação de políticas de acolhimento aos alunos do curso, visando facilitar sua adaptação à nova realidade e nivelar os conhecimentos; e também de se despenderem esforços para uma divulgação mais acessível

do curso, de forma a tornar os vestibulandos mais inteirados sobre o que se propõem a cursar.

No curso da UFSCar, também foi possível identificar uma necessidade de se diversificarem mais os métodos de ensino e de avaliação empregados. A prevalência universal da aula expositiva e da prova escrita individual atuam em contramão ao que a literatura sugere: pessoas diferentes se identificam melhor com determinados métodos, portanto um curso que recebe alunos diversos demanda diversidade de métodos de ensino e avaliação.

Ao mesmo tempo, a literatura internacional sobre educação em engenharia foi investigada através da bibliometria. Isso levou à constatação da posição favorecida dos EUA mundialmente no que diz respeito a essa temática, sinalizando um acerto da CAPES em promover parcerias de instituições brasileiras e estadunidenses para uma melhoria na educação em engenharia nacional. O Reino Unido, a China e a Espanha também se mostraram países com uma produção significativa na temática.

Além disso, foi possível utilizar a taxonomia de pesquisa em educação em engenharia para avaliar a atenção dada a assuntos específicos de EE na literatura mundial. Assim, foi constatado que dentre os últimos 30 anos, a pesquisa em EE evoluiu para incorporar métodos científicos rigorosos em contraponto ao compartilhamento de experiências que dominava as publicações de anos anteriores; e que muito da produção mundial se preocupa em investigar os contextos educacionais, tecnologias de ensino, os docentes, métodos de ensino e avaliação, e as próprias competências que se desejam desenvolver nos estudantes de engenharia.

Ao conectar os interesses de melhoria da EMa brasileira com a literatura internacional, fica evidente que algumas instituições se destacam e se mostram estratégicas para quaisquer pontos de interesse: Purdue University, Virginia Tech, Arizona State University e Pennsylvania State University, todas estadunidenses. Porém, muitas outras instituições são notáveis, e algumas delas apresentam conhecimento em assuntos específicos da EE.

Ao mesmo tempo, esse trabalho é limitado pela falta de perspectivas da indústria com relação aos cursos de engenharia de materiais, e pela não análise das publicações nacionais feitas sobre Educação em Engenharia. É notável que o COBENGE e a Revista de Ensino em Engenharia, ambos existentes há mais de 35 anos, já acumularam um corpo de conhecimento com ênfase na realidade brasileira, que certamente teria sua utilidade para os cursos de EMa nacionais.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As sugestões para trabalhos futuros visam buscar maiores esclarecimentos sobre alguns aspectos identificados como deficitários no curso, uma vez que uma investigação profunda desses pontos seria eficiente em apontar causas específicas. Tais aspectos incluem:

- Expandir o entendimento da participação feminina de engenharia de materiais da UFSCar, e, na mesma linha, entender a diversidade do curso em aspectos socioeconômicos, étnicos, raciais, de orientações sexuais, e outros de interesse. Seria notável analisar como esses aspectos se aplicam a toda a comunidade do curso, incluindo alunos, docentes e servidores técnico-administrativos;
- Investigar a evasão de alunos, para identificar as principais motivações que levam às diferentes formas de evasão do curso. Com isso, seria possível identificar ações mais pertinentes à diminuição da taxa de evasão;
- Identificar o interesse pelo curso entre os recém-ingressantes, para entender o que atrai alunos à EMA e entender como essas motivações se relacionam com a finalização ou não do curso. Também seria de interesse investigar como as experiências vividas durante o curso afetam a motivação;
- A escolha de ênfases pelos alunos, para sistematizar as percepções do corpo discente sobre elas;
- Como se dão as relações docentes-estudantes no DEMa, tanto nos contextos formais (salas de aula, atividades de pesquisa, atividades de extensão), quanto nos contextos informais.
- As condições de infraestrutura específicas do curso, e aquelas comuns à universidade, mas que também são usufruídas pela comunidade de EMA.

Considerando também as atividades de levantamento da produção científica em educação em engenharia, sugere-se:

- A investigação sistemática de publicações sobre EE na literatura brasileira. Compreender o que é estudado no Brasil seria de interesse devido ao compartilhamento de realidades mais próximas. O COBENGE e a Revista de Educação em Engenharia, ambos mantidos pela ABENGE, são dois meios nacionais de disseminação de conhecimentos em EE que valem ser investigados;
- Investigar as relações de autorias e citações no panorama nacional e internacional de publicações científicas em EE. Isso permitiria identificar pessoas e grupos de pesquisa de referência, bem como a distribuição de temáticas entre eles.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 TELLES, P. C. da S. **História da engenharia no Brasil: Séculos XVI a XIX**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1984. 510 p.
- 2 UFRJ. **História da Escola Politécnica**. [Rio de Janeiro]: [201-?]. Disponível em: http://www.poli.ufrj.br/politecnica_historia.php. Acesso em: 7 fev. 2019.
- 3 PRIBERAM INFORMÁTICA. **Lente: definição**. Portugal: c2018. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/lente>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- 4 BRASIL [REINO DE PORTUGAL, BRASIL E ALGARVES]. **Carta de lei de 4 de dezembro de 1810**. Rio de Janeiro: Rei D. João VI, 1810. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/carlei/antioresa1824/cartadelei-40009-4-dezembro-1810-571420-publicacaooriginal-94538-pe.html>. Acesso em: 7 fev. 2019.
- 5 OLIVEIRA, V. F.; ALMEIDA, N. N.; CARVALHO, D. M.; PEREIRA, F. A. A. Um estudo sobre a expansão da formação em engenharia no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 32, p. 37–56, 31 dez. 2013. ISSN 22360158. DOI 10.15552/2236-0158/abenge.v32n3p37-56.
- 6 FERRANTE, M. **Seleção de materiais: Entre a ideia e o produto**. 2. ed. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2014. ISBN 978-85-7600-179-9.
- 7 OLIVEIRA, J.; CORREIA, V.; CASTRO, H.; MARTINS, P.; LANCEROS-MENDEZ, S. Polymer-based smart materials by printing technologies: Improving application and integration. **Additive Manufacturing**, Holanda: vol. 21, p. 269–83, 1 maio 2018. ISSN 2214-8604. DOI 10.1016/j.addma.2018.03.012.
- 8 VALERO, A.; VALERO, A.; CALVO, G.; ORTEGO, A. Material bottlenecks in the future development of green technologies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Reino Unido: vol. 93, p. 178–200, 1 out. 2018. ISSN 1364-0321. DOI 10.1016/j.rser.2018.05.041.
- 9 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Departamento de Engenharia de Materiais - UFSCar - O Curso**. São Carlos: 2014. Disponível em: <http://www.dema.ufscar.br/portal/index.php/advanced-stuff/o-curso>. Acesso em: 20 jul. 2020.
- 10 CONFEA. Resolução nº 241, de 31 de julho de 1976. Discrimina as atividades profissionais de engenheiro de materiais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 ago. 1976.
- 11 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Sistema e-MEC**. [Brasília]: 2020. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 5 fev. 2020.
- 12 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Fortalecimento das engenharias**. Brasília: CNI, 2015.

13 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA; INSTITUTO EUVALDO LODI. **Recursos humanos para inovação**. Brasília: CNI, 2016.

14 ALVES, M. F. S.; MANTOVANI, K. L. Identificação do perfil dos acadêmicos de engenharia como uma medida de combate à evasão. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 35, p. 26–36, 30 dez. 2016. ISSN 22360158. DOI 10.15552/2236-0158/abenge.v35n2p26-36.

15 SOUZA, A. P. A.; DELAMARO, M. C.; SALGADO, A. M. P.; CAMPOS, A. A Valorização das Competências na Formação e na Atuação de Engenheiros: A Visão de Estudantes de Uma Instituição Pública. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 34, p. 19–30, 3 dez. 2015. ISSN 22360158. DOI 10.15552/2236-0158/abenge.v34n2p19-30.

16 DANTAS, C. M. M. Docentes Engenheiros e Sua Preparação Didático-Pedagógica. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 33, p. 45–52, 30 dez. 2014. ISSN 22360158. DOI 10.15552/2236-0158/abenge.v33n2p45-52.

17 BRASIL. **Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia**. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://www.abenge.org.br/file/DCNs%20Engenharias2019_aprovadas%20pelo%20CNE.pdf. Acesso em: 7 fev. 2019.

18 BRASIL. **Parecer CNE/CES n. 1/2019**. Brasília, DF: MEC, 2019.

19 BRASIL. Edital n. 23/2018 - CAPES/CNE/COMISSÃO FULBRIGHT “Programa Brasil-Estados Unidos de modernização da educação superior na graduação (PMG-EUA)”. **Diário Oficial da União**: seção 3, Brasília, p. 24, 11 jun. 2018.

20 BRASIL. Edital n. 26, de 16 de Junho de 2017: Exame nacional de desempenho dos estudantes — ENADE 2017. **Diário Oficial da União**: seção 3, Brasília, ano 139, n. 8, p. 28–31, 19 jun. 2017.

21 UFSCAR. **Projeto pedagógico**: Curso de Graduação em Engenharia de Materiais. São Carlos, SP: 2004.

22 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS; DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS Reconhecimento no Brasil e no exterior. **DEMa - Departamento de Engenharia de Materiais**, São Carlos, SP: ano Edição comemorativa 40 anos, p. 20–1, 2012.

23 COMISSÃO MISTA DE PLANOS, ORÇAMENTOS PÚBLICOS E FISCALIZAÇÃO. **Anexo I - Orientação estratégica de governo**. Brasília: Congresso Nacional, 2004.

24 DEDECCA, C. S.; TROVÃO, C. J. B. M.; DE SOUZA, L. F. Desenvolvimento e equidade. Desafios do crescimento brasileiro. **Novos Estudos**, São Paulo: n. 98, p. 23–41, mar. 2014.

25 JORNAL NACIONAL. **Especialistas alertam para apagão de mão de obra em alguns setores.** [Rio de Janeiro]: 2011. Disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/02/especialistas-alertam-para-apagao-de-mao-de-obra-em-alguns-setores.html>. Acesso em: 18 jul. 2019.

26 SCRIVANNO, R.; CARNEIRO, L. **Há vagas. Falta mão de obra.** [Rio de Janeiro]: 2013. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/ha-vagas-falta-mao-de-obra-8217386>. Acesso em: 18 jul. 2019.

27 GANDRA, A. **Setor de petróleo enfrenta falta de mão de obra especializada, diz economista.** Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: <http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-08-18/setor-de-petroleo-enfrenta-falta-de-mao-de-obra-especializada-diz-economista>. Acesso em: 18 jul. 2019.

28 MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília: n. 12, mar. 2011.

29 SALERNO, M. S.; LINS, L. M.; ARAÚJO, B. C.; GOMES, L. A. V.; TOLEDO, D.; NASCIMENTO, P. A. M. M. **Uma proposta de sistematização do debate sobre falta de engenheiros no Brasil.** Rio de Janeiro: IPEA, 2014. (Texto para discussão, v. 1983).

30 POMPERMAYER, F. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; PEREIRA, R. H. M. Potenciais gargalos e prováveis caminhos de ajustes no mundo do trabalho no Brasil nos próximos anos. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília: n. 11, fev. 2011.

31 BRASIL. Decreto nº 6.096, de 24 de Abril de 2007. Institui o REUNI. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 7, 25 abr. 2007.

32 REDAÇÃO EXAME. **Universidades federais expandem vagas pelo Sisu em 2014.** [São Paulo]: 2014. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/brasil/universidades-federais-expandem-vagas-pelo-sisu-em-2014/>. Acesso em: 9 mar. 2020.

33 INEP. **Sinopses Estatísticas da Educação Superior – Graduação - INEP.** Brasília: 2019. Disponível em: <http://inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>. Acesso em: 16 jul. 2019.

34 UNESCO. **World declaration on higher education for the twenty-first century: Vision and action.** Paris: 1998. Disponível em: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_eng.htm. Acesso em: 11 fev. 2019.

35 BAZZO, W. A. A revolução 4.0 e seus impactos na formação do professor em engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 38, p. 12, 2019.

36 CANDIDO, J.; BARRETO, G.; CAMARGO, J. T. F.; VERASZTO, E. V. O porquê da necessidade de se investir em um programa de formação docente nos

cursos das engenharias no Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 38, p. 11, 2019.

37 MELLO, G. N. de A. Desenvolvimento de competências e habilidades dos empresários juniores atuantes nos campos da engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 39, 2019. ISSN 2236-0158. DOI 10.5935/2236-0158.20190018. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/2236-0158.20190018>. Acesso em: 30 jul. 2020.

38 TONINI, A. M.; DE ARAÚJO, M. T. A participação das mulheres nas áreas de STEM. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília: vol. 38, p. 8, 2019.

39 BRASIL. **Resolução CNE/CES n. 2/2007, de 18 de junho de 2007**. Brasília, DF: MEC, 2007.

40 BRASIL. **Parecer CNE/CES n. 1.362/2001**. Brasília, DF: MEC, 2001.

41 BRASIL. **Diretrizes para a extensão na educação superior brasileira**. Brasília, DF: MEC, 2018.

42 BRASIL; PORTUGAL. Tratado de amizade, cooperação e consulta entre a República Federativa do Brasil e a República Portuguesa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 5–7, 20 set. 2001.

43 UNIÃO EUROPEIA. **The Bologna Declaration of 19 June 1999**. Bologna: Parlamento Europeu, 1999. Disponível em: http://www.magna-charta.org/resources/files/BOLOGNA_DECLARATION.pdf. Acesso em: 20 ago. 2019.

44 MERCOSUL. **CMC/DEC n. 8/96**. Protocolo de integração educacional para prosseguimento de estudos de pós-graduação nas universidades dos Estados partes do MERCOSUL. Montevideo: Conselho do Mercado Comum, 1996.

45 LIPPMAN, L. H.; RYBERG, R.; CARNEY, R.; MOORE, K. A. **Key “soft skills” that foster youth workforce success: toward a consensus across fields**. Bethesda: Child Trends, 2015.

46 BRASIL. Portaria INEP n. 164, de 24 de agosto de 2005. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 55, 26 ago. 2005.

47 CONFEA. Resolução nº 218, de 29 de Junho de 1973. Dispõe das atribuições de um engenheiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 jul. 1973.

48 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Sobre o INEP**. Brasília: 201DC. Disponível em: <http://inep.gov.br/web/guest/sobre-o-inep>. Acesso em: 8 fev. 2019.

49 BRASIL. Portaria INEP n. 515, de 14 de Junho de 2018. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, p. 19, 2018.

50 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota técnica N. 16/2018/CGCQES/DAES**. Brasília: INEP, 2018.

51 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota técnica N. 17/2018/CGCQES/DAES**. Brasília: INEP, 2018.

52 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota técnica N. 18/2018/CGCQES/DAES**. Brasília: INEP, 2018.

53 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Nota técnica N. 19/2018/CGCQES/DAES**. Brasília: INEP, 2018.

54 FRANCISCO, T. H. A.; MONTEIRO, E. C. M. de S. Uma reflexão sobre o ENADE: As ações para a gestão de um importante elemento da avaliação. *In*: SIMPÓSIO AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR, 2., 2016, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

55 FOLHA DE S. PAULO. **Como é feito o Ranking Universitário Folha**. São Paulo, SP: 2019. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/noticias/como-e-feito-o-ranking-universitario-folha.shtml>. Acesso em: 20 jul. 2020.

56 QS QUACQUARELLI SYMONDS LIMITED. **QS World University Rankings – Methodology**. Londres: 2016. Disponível em: <https://www.topuniversities.com/qs-world-university-rankings/methodology>. Acesso em: 20 jul. 2020.

57 OTTER, S.; DEPARTMENT OF EMPLOYMENT; UNIT FOR THE DEVELOPMENT OF ADULT CONTINUING EDUCATION FURTHER EDUCATION UNIT. **Learning outcomes in higher education. A development project report**. Washington, D.C.: Distributed by ERIC Clearinghouse, 1992. ISBN 978-1-872941-84-4.

58 NUSCHE, D. **Assessment of learning outcomes in higher education: a comparative review of selected practices**. Paris: OECD Publishing, 2008. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/assessment-of-learning-outcomes-in-higher-education_244257272573. Acesso em: 7 fev. 2019.

59 FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, Reino Unido: vol. 22, p. 152–94, fev. 2002. ISSN 0144-3577. DOI 10.1108/01443570210414310.

60 SPOOREN, P.; BROCKX, B.; MORTELMANS, D. On the Validity of Student Evaluation of Teaching: The State of the Art. **Review of Educational Research**, Estados Unidos da América: vol. 83, p. 598–642, dez. 2013. ISSN 0034-6543, 1935-1046. DOI 10.3102/0034654313496870.

61 KEMBER, D.; LEUNG, D. Y. P. Establishing the validity and reliability of course evaluation questionnaires. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, Reino Unido: vol. 33, p. 341–53, ago. 2008. ISSN 0260-2938, 1469-297X. DOI 10.1080/02602930701563070.

62 PLATT, M. What Student Evaluations Teach. **Perspectives on Political Science**, Estados Unidos da América: vol. 22, p. 29–40, jan. 1993. ISSN 1045-7097, 1930-5478. DOI 10.1080/10457097.1993.9944516.

63 COMISSÃO PRÓPRIA DE AVALIAÇÃO UFSCAR. **Relatório final de avaliação**: Bacharelado em engenharia de materiais – São Carlos [discentes]. São Carlos, SP: 2018.

64 COMISSÃO PRÓPRIA DE AVALIAÇÃO UFSCAR. **Relatório final de avaliação**: Bacharelado em engenharia de materiais – São Carlos [docentes]. São Carlos, SP: 2018.

65 WOOD, D.; BAKER, I. O.; JOHNSON, J. B. (Org.). Engineering education being the proceedings of Section E of the World's Engineering Congress Columbia, MO: Society for the Promotion of Engineering Education, 1894. 358 p.

66 AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. **History of JEE**. Washington DC: c2020. Disponível em: <https://www.asee.org/papers-and-publications/publications/jee/history-of-jee>. Acesso em: 20 jul. 2020.

67 MANN, C. R. **A study of engineering education**. New York: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, 1918. 113 p.

68 AMERICAN SOCIETY FOR ENGINEERING EDUCATION. **Our History**. [s. l.]: 2018. Disponível em: <https://www.asee.org/about-us/the-organization/our-history>. Acesso em: 13 maio 2020.

69 FINELLI, C. J.; BORREGO, M.; RASOULIFAR, G. Development of a taxonomy of keywords for engineering education research. **European Journal of Engineering Education**, Holanda: vol. 41, p. 231–51, 3 maio 2016. ISSN 0304-3797, 1469-5898. DOI 10.1080/03043797.2016.1153045.

70 WANKAT, P. C. An Analysis of the Articles in the Journal of Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, Estados Unidos da América: vol. 88, p. 37–42, jan. 1999. ISSN 10694730. DOI 10.1002/j.2168-9830.1999.tb00409.x.

71 WANKAT, P. C. Analysis of the First Ten Years of the Journal of Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, Estados Unidos da América: vol. 93, p. 13–21, jan. 2004. ISSN 10694730. DOI 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00784.x.

72 WHITIN, K.; SHEPPARD, S. Taking Stock: An Analysis of the Publishing Record as Represented by the Journal of Engineering Education. **Journal of**

Engineering Education, Estados Unidos da América: vol. 93, p. 5–12, jan. 2004. ISSN 10694730. DOI 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00783.x.

73 JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION EDITORIAL BOARD The Research Agenda for the New Discipline of Engineering Education. **Journal of Engineering Education**, Estados Unidos da América: vol. 95, p. 259–61, out. 2006. ISSN 10694730. DOI 10.1002/j.2168-9830.2006.tb00900.x.

74 PACK, T. Taxonomy's role in content management. **EContent**, Estados Unidos da América: Information Today, Inc., vol. 25, p. 26–32, 1 mar. 2002. ISSN 15252531.

75 GREGOLIN, J. A. R. Análise da produção científica a partir de indicadores bibliométricos. São Paulo: FAPESP, 2005.

76 OKUBO, Y. **Bibliometric indicators and analysis of research systems**. Paris: 1997. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/dynemp-and-multiprod-metadata_3dcde184-en. Acesso em: 29 jul. 2019.

77 CLARIVATE ANALYTICS. **Journal Selection Process**. [Philadelphia]: c2019. Disponível em: <https://clarivate.com/essays/journal-selection-process/>. Acesso em: 29 jul. 2019.

78 ELSEVIER. **Scopus - O maior banco de dados da literatura revisada por pares**. [Amsterdam]: c2019. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>. Acesso em: 29 jul. 2019.

79 WALTMAN, L.; VAN ECK, N. J.; NOYONS, E. C. M. A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. **Journal of Informetrics**, Netherlands: vol. 4, p. 629–35, out. 2010. ISSN 17511577. DOI 10.1016/j.joi.2010.07.002.

80 YAMAMURA, C.; SUZUKI, L.; QUEMELLI, L. de A.; GONÇALVES, M. C. C.; GRIMONI, J. A. B. G.; NAKAO, O. A participação feminina em cursos de engenharia pelos dados do ENADE 2014/2017. In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2019, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019.

81 IBGE. **Sinopse do censo demográfico: 2010**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

82 ROY, J. **Engineering by the Numbers (2018)**. [Washington DC]: American Society for Engineering Education, 2019.

83 BARNARD, S.; HASSAN, T.; BAGILHOLE, B.; DAINITY, A. 'They're not girly girls': an exploration of quantitative and qualitative data on engineering and gender in higher education. **European Journal of Engineering Education**, Holanda: vol. 37, p. 193–204, maio 2012. ISSN 0304-3797, 1469-5898. DOI 10.1080/03043797.2012.661702.

84 MEIKSINS, P.; LAYNE, P.; BEDDOES, K.; LEWIS, M.; MASTERS, A. S.; DETERS, J. Women in Engineering: A review of the 2018 literature. **Magazine of the Society of Women Engineers**, Chicago, IL: ano 2, , 2019.

85 LIMA, L. da S.; DANTAS, I. A. M.; DA SILVA, W. D. P.; SCHRAMM, V. B.; SERRES, A. J. R. Engenheiras da Borborema: Incentivando e capacitando meninas por meio da tecnologia. *In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 2019, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019.

86 SANTOS, H. de O.; ESQUERRE, K. P. S. O. R.; LIMA, D. dos S.; DUMÊT, T. B. Meninas na ciência de dados: Despertando vocações e o protagonismo feminino. *In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 2019, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019.

87 GONZATTI, S. E. M.; REHFELDT, M. J. H.; QUARTIERI, M. T.; GIONGO, I. M.; BERGMANN, A. B. Reflexões sobre gênero e ciência: Trajetórias de gurias estudantes de engenharia. *In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 2019, Fortaleza, CE. **Anais [...]**. Fortaleza, CE: ABENGE, 2019.

88 DO NASCIMENTO, B. X. de M.; DE SOUSA, A. C. C.; DE PAIVA, A. L. G.; MACHADO, P. M.; DE ABREU, V. G. A. Projeto autômatos: motivando meninas com arte para ciências exatas e engenharia. *In: XLV CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA*, 2018, Salvador, BA. **Anais [...]**. Salvador, BA: ABENGE, 2018.

89 SILVA FILHO, R. L. L. E.; MOTEJUNAS, P. R.; HIPÓLITO, O.; LOBO, M. B. de C. M. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, [s. l.]: vol. 37, p. 641–59, dez. 2007. ISSN 0100-1574. DOI 10.1590/S0100-15742007000300007.

90 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS; PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO Edital nº014/19 — Transferência intercursos presenciais (interna) 2019. São Carlos, SP: 2019.

91 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS; PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO. **Processos anteriores [de transferência interna]**. São Carlos, SP: 2020. Disponível em: <http://www.prograd.ufscar.br/estudantes-de-graduacao/transferencia-interna-anteriores/processos-anteriores>. Acesso em: 28 ago. 2020.

92 BUENO, J. L. O. A evasão de alunos. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, SP: n. 5, p. 9–16, ago. 1993. ISSN 0103-863X. DOI 10.1590/S0103-863X1993000200002.

93 SANTOS BAGGI, C. A. D.; LOPES, D. A. Evasão e avaliação institucional no ensino superior: uma discussão bibliográfica. **Avaliação: Revista da Avaliação**

da Educação Superior (Campinas), Campinas, SP: vol. 16, p. 355–74, jul. 2011. ISSN 1414-4077. DOI 10.1590/S1414-40772011000200007.

94 MELO, K. C. **Escolha de curso e evasão universitária: análises a partir do Sistema de Seleção Unificada**. 2017. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2017.

95 DOS SANTOS, J. A evasão e o Sistema de Seleção Unificada (SiSU): Reflexões no contexto da política de democratização do acesso à educação superior. Alferes, M. A. (org.). *In: Qualidade e Políticas Públicas na Educação*. 1. ed. Belo Horizonte, MG: Atena Editora, 2018. ISBN 978-85-85107-96-3.

96 BARBOSA, J. P. G.; PORTILHO, L. A.; MIRANDA, G. J.; TAVARES, M. A Adoção do SISU e a Evasão na Universidade Federal de Uberlândia. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, SP: vol. 12, p. 722–38, 4 jun. 2017. ISSN 19825587. DOI 10.21723/riaee.v12.n2.8352.

97 BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Metas - Ciência sem fronteiras**. [Brasília]: 2013. Disponível em: <http://www.cienciasemfronteiras.gov.br/web/csf/metas>. Acesso em: 12 jun. 2020.

98 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS; COMISSÃO PRÓPRIA DE AVALIAÇÃO. **Relatório de autoavaliação institucional da UFSCar (ano base: 2015)**. São Carlos, SP: [s. n.], 2016. 167 p.

99 Desemprego entre os que têm ensino superior salta 70% em 3 anos. Rio de Janeiro: GloboNews, 2016. (4:38), Disponível em: <https://g1.globo.com/globo-news/jornal-globonews-edicao-das-18/video/desemprego-entre-os-que-tem-ensino-superior-salta-70-em-3-anos-4983218.ghtml>. Acesso em: 24 set. 2020.

100 WANKAT, P. C.; OREOVICZ, F. S. (Org.). *Teaching Engineering*, Second Edition 2 edition. West Lafayette, IN: Purdue University Press, 2015. 496 p.

101 BRASIL; [CONSTITUIÇÃO (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 22 jul. 2020.

102 GOLDSTEIN, G. S.; BENASSI, V. A. STUDENTS' AND INSTRUCTORS' BELIEFS ABOUT EXCELLENT LECTURERS AND DISCUSSION LEADERS. **Research in Higher Education**, Estados Unidos da América: vol. 47, p. 685–707, set. 2006. ISSN 0361-0365, 1573-188X. DOI 10.1007/s11162-006-9011-x.

103 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS; PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO. **Perfil do profissional a ser formado na UFSCar**. 2. ed. São Carlos, SP: 2008.

104 SNIJDERS, I.; RIKERS, R. M. J. P.; WIJNIA, L.; LOYENS, S. M. M. Relationship quality time: the validation of a relationship quality scale in higher education. **Higher Education Research & Development**, [s. l.]: vol. 37, p. 404–17,

23 fev. 2018. ISSN 0729-4360, 1469-8366. DOI 10.1080/07294360.2017.1355892.

105 KOMARRAJU, M.; MUSULKIN, S.; BHATTACHARYA, G. Role of Student–Faculty Interactions in Developing College Students’ Academic Self-Concept, Motivation, and Achievement. **Journal of College Student Development**, Estados Unidos da América: Johns Hopkins University Press, vol. 51, p. 332–42, 23 maio 2010. ISSN 1543-3382. DOI 10.1353/csd.0.0137.

106 O’KEEFFE, P. A sense of belonging: improving student retention. **College Student Journal**, Estados Unidos da América: Project Innovation (Alabama), vol. 47, p. 605–14, 1 dez. 2013. ISSN 01463934.

107 KIM, Y. K.; SAX, L. J. Student–Faculty Interaction in Research Universities: Differences by Student Gender, Race, Social Class, and First-Generation Status. **Research in Higher Education**, Estados Unidos da América: vol. 50, p. 437–59, ago. 2009. ISSN 0361-0365, 1573-188X. DOI 10.1007/s11162-009-9127-x.

108 GUIDALLI, C. R. R. **Diretrizes para o projeto de salas de aula em universidades visando o bem-estar do usuário**. 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

109 FERREIRA, M. das N. **O papel do estágio curricular supervisionado: um estudo de caso dos cursos de engenharia de produção do CEFET/RJ**. 2016. Dissertação de Mestrado – CEFET/RJ, Niterói, RJ, 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/4388>. Acesso em: 7 jul. 2020.

110 DEHING, F.; JOCHEMS, W.; BAARTMAN, L. Development of an engineering identity in the engineering curriculum in Dutch higher education: an exploratory study from the teaching staff perspective. **European Journal of Engineering Education**, Holanda: vol. 38, p. 1–10, mar. 2013. ISSN 0304-3797, 1469-5898. DOI 10.1080/03043797.2012.742866.

111 LITZINGER, T.; LATTUCA, L. R.; HADGRAFT, R.; NEWSTETTER, W. Engineering Education and the Development of Expertise. **Journal of Engineering Education**, Estados Unidos da América: vol. 100, p. 123–50, jan. 2011. ISSN 10694730. DOI 10.1002/j.2168-9830.2011.tb00006.x.

112 CARNEIRO, A. S. T. **Relação empresa/instituição: um estudo sobre o estágio supervisionado obrigatório desenvolvido no curso de engenharia de produção da Universidade Federal de Juiz de Fora**. 2017. Dissertação de Mestrado Profissional – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/5917>. Acesso em: 7 jul. 2020.

113 BROWN, W. F.; WEHE, N. O.; ZUNKER, V. G.; HASLAM, W. L. Effectiveness of student-to-student counseling on the academic adjustment of potential college dropouts. **Journal of Educational Psychology**, Estados Unidos da América: vol. 62, p. 5, 1971. ISSN 0022-0663. DOI 10.1037/h0031306.

114 RICKINSON, B. The relationship between undergraduate student counseling and successful degree completion. **Studies in Higher Education**, Reino Unido: vol. 23, p. 95–102, jan. 1998. ISSN 0307-5079, 1470-174X. DOI 10.1080/03075079812331380522.

115 PASCARELLA, E. T.; TERENZINI, P. T. **How College Affects Students: A Third Decade of Research**. 2 edition. San Francisco: Jossey-Bass, 2005. 848 p. ISBN 978-0-7879-1044-0.

116 UNITED STATES OF AMERICA; NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **U.S. science and technology leadership increasingly challenged by advances in Asia**. Alexandria, VA: 2016. Disponível em: https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=137394. Acesso em: 13 jul. 2020.

117 UNITED STATES OF AMERICA; NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **About the Division of Engineering Education Research (EEC)**. Alexandria, VA: c2020. Disponível em: <https://www.nsf.gov/eng/eec/about.jsp>. Acesso em: 13 jul. 2020.

118 PURDUE UNIVERSITY; SCHOOL OF ENGINEERING EDUCATION. **History: About Us**. West Lafayette, IN: c2020. Disponível em: <https://engineering.purdue.edu/ENE/AboutUs/History>. Acesso em: 13 jul. 2020.

119 VIRGINIA TECH; DEPARTMENT OF ENGINEERING EDUCATION. **Engineering Education's Historical Timeline**. Blacksburg, VA: c2020. Disponível em: https://enge.vt.edu/content/enge_vt_edu/en/index/historicallimeline.html. Acesso em: 13 jul. 2020.

120 BORREGO, M. Development of Engineering Education as a Rigorous Discipline: A Study of the Publication Patterns of Four Coalitions. **Journal of Engineering Education**, Estados Unidos da América: vol. 96, p. 5–18, jan. 2007. ISSN 10694730. DOI 10.1002/j.2168-9830.2007.tb00911.x.

APÊNDICE A: CATEGORIZAÇÃO DAS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DO ESTUDANTE DO ENADE 2017

Abaixo estão reproduzidas as questões de número 27 a 68 do Questionário do Estudante aplicado na edição de 2017 do ENADE, junto com a categorização de cada uma delas com as categorias criadas. As questões que antecedem a de número 27 são de cunho socioeconômico, e não foram avaliadas neste trabalho.

Quadro A-1: Perguntas do questionário do estudante classificadas conforme as categorias do Quadro 4-1.

Nº	Pergunta (avaliação numa escala de 1 a 6)	Categoria
27	As disciplinas cursadas contribuíram para sua formação integral, como cidadão e profissional.	Desenvolvimento de Competências
28	Os conteúdos abordados nas disciplinas do curso favoreceram sua atuação em estágios ou em atividades de iniciação profissional.	Desenvolvimento de Competências
29	As metodologias de ensino utilizadas no curso desafiaram você a aprofundar conhecimentos e desenvolver competências reflexivas e críticas.	Organização didático-pedagógica
30	O curso propiciou experiências de aprendizagem inovadoras.	Organização didático-pedagógica
31	O curso contribuiu para o desenvolvimento da sua consciência ética para o exercício profissional.	Desenvolvimento de Competências
32	No curso você teve oportunidade de aprender a trabalhar em equipe.	Desenvolvimento de Competências
33	O curso possibilitou aumentar sua capacidade de reflexão e argumentação.	Desenvolvimento de Competências
34	O curso promoveu o desenvolvimento da sua capacidade de pensar criticamente, analisar e refletir sobre soluções para problemas da sociedade.	Desenvolvimento de Competências
35	O curso contribuiu para você ampliar sua capacidade de comunicação nas formas oral e escrita.	Desenvolvimento de Competências
36	O curso contribuiu para o desenvolvimento da sua capacidade de aprender e atualizar-se permanentemente.	Desenvolvimento de Competências
37	As relações professor-aluno ao longo do curso estimularam você a estudar e aprender.	Organização didático-pedagógica

Nº	Pergunta (avaliação numa escala de 1 a 6)	Categoria
38	Os planos de ensino apresentados pelos professores contribuíram para o desenvolvimento das atividades acadêmicas e para seus estudos.	Organização didático-pedagógica
39	As referências bibliográficas indicadas pelos professores nos planos de ensino contribuíram para seus estudos e aprendizagens.	Organização didático-pedagógica
40	Foram oferecidas oportunidades para os estudantes superarem dificuldades relacionadas ao processo de formação.	Apoio Estudantil
41	A coordenação do curso esteve disponível para orientação acadêmica dos estudantes.	Apoio Estudantil
42	O curso exigiu de você organização e dedicação frequente aos estudos.	Desenvolvimento de Competências
43	Foram oferecidas oportunidades para os estudantes participarem de programas, projetos ou atividades de extensão universitária.	Complementação da formação
44	Foram oferecidas oportunidades para os estudantes participarem de projetos de iniciação científica e de atividades que estimularam a investigação acadêmica.	Complementação da formação
45	O curso ofereceu condições para os estudantes participarem de eventos internos e/ou externos à instituição.	Complementação da formação
46	A instituição ofereceu oportunidades para os estudantes atuarem como representantes em órgãos colegiados.	Complementação da formação
47	O curso favoreceu a articulação do conhecimento teórico com atividades práticas.	Organização didático-pedagógica
48	As atividades práticas foram suficientes para relacionar os conteúdos do curso com a prática, contribuindo para sua formação profissional.	Organização didático-pedagógica
49	O curso propiciou acesso a conhecimentos atualizados e/ou contemporâneos em sua área de formação.	Organização didático-pedagógica
50	O estágio supervisionado proporcionou experiências diversificadas para a sua formação.	Organização didático-pedagógica
51	As atividades realizadas durante seu trabalho de conclusão de curso contribuíram para qualificar sua formação profissional	Organização didático-pedagógica
52	Foram oferecidas oportunidades para os estudantes realizarem intercâmbios e/ou estágios no país.	Complementação da formação
53	Foram oferecidas oportunidades para os estudantes realizarem intercâmbios e/ou estágios fora do país.	Complementação da formação
54	Os estudantes participaram de avaliações periódicas do curso (disciplinas, atuação dos professores, infraestrutura).	Organização didático-pedagógica

Nº	Pergunta (avaliação numa escala de 1 a 6)	Categoria
55	As avaliações da aprendizagem realizadas durante o curso foram compatíveis com os conteúdos ou temas trabalhados pelos professores.	Organização didático-pedagógica
56	Os professores apresentaram disponibilidade para atender os estudantes fora do horário das aulas.	Organização didático-pedagógica
57	Os professores demonstraram domínio dos conteúdos abordados nas disciplinas.	Organização didático-pedagógica
58	Os professores utilizaram tecnologias da informação e comunicação (TICs) como estratégia de ensino (projektor multimídia, laboratório de informática, ambiente virtual de aprendizagem).	Organização didático-pedagógica
59	A instituição dispôs de quantidade suficiente de funcionários para o apoio administrativo e acadêmico.	Infraestrutura
60	O curso disponibilizou monitores ou tutores para auxiliar os estudantes.	Apoio Estudantil
61	As condições de infraestrutura das salas de aula foram adequadas.	Infraestrutura
62	Os equipamentos e materiais disponíveis para as aulas práticas foram adequados para a quantidade de estudantes.	Infraestrutura
63	Os ambientes e equipamentos destinados às aulas práticas foram adequados ao curso.	Infraestrutura
64	A biblioteca dispôs das referências bibliográficas que os estudantes necessitaram.	Infraestrutura
65	A instituição contou com biblioteca virtual ou conferiu acesso a obras disponíveis em acervos virtuais.	Infraestrutura
66	As atividades acadêmicas desenvolvidas dentro e fora da sala de aula possibilitaram reflexão, convivência e respeito à diversidade.	Desenvolvimento de Competências
67	A instituição promoveu atividades de cultura, de lazer e de interação social.	Complementação da formação
68	A instituição dispôs de refeitório, cantina e banheiros em condições adequadas que atenderam as necessidades dos seus usuários.	Infraestrutura

APÊNDICE B: CATEGORIZAÇÃO E EQUIVALÊNCIA DAS PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO DA CPA DE 2017

Quadro B-1: Perguntas do questionário ministrado pela CPA da UFSCar em 2017, suas categorizações conforme o Quadro 4-1, suas equivalências entre as versões discente e docente do questionário, médias e desvios padrão para aquelas do tipo escala de 5 itens.

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
1 - a	1 - a	Desenvolvimento pessoal do estudante	Desenvolvimento de competências	3,16	1,29	4,33	0,92
1 - b	1 - b	Aquisição de valores ético-morais e respeito às diferenças culturais, políticas e religiosas	Desenvolvimento de competências	2,81	1,42	3,61	1,14
1 - c	1 - c	Capacidade de adquirir conhecimento de forma autônoma, a partir da consulta e crítica a diferentes fontes de informação	Desenvolvimento de competências	4,01	1,03	4,26	0,87
1 - d	1 - d	Aquisição de conhecimento científico e das formas e instrumentos de sua aplicação profissional	Desenvolvimento de competências	4,21	1,04	4,43	0,72
1 - e	1 - e	Atuação em equipes de trabalho para resolução de problemas em diferentes situações	Desenvolvimento de competências	3,63	1,02	4,23	0,88
1 - f	1 - f	Segurança para atuar profissionalmente e tomar decisões considerando os diferentes fatores envolvidos	Desenvolvimento de competências	3,40	1,14	4,25	0,85
1 - g	1 - g	Domínio de habilidades básicas de comunicação	Desenvolvimento de competências	3,21	1,17	4,05	0,86
1 - h	1 - h	Domínio de habilidades básicas de negociação, cooperação e coordenação	Desenvolvimento de competências	2,89	1,11	3,75	1,04
1 - i	1 - i	Compreensão das relações homem, ambiente, tecnologia e sociedade	Desenvolvimento de competências	3,29	1,22	3,69	1,00
1 - j	1 - j	Comprometimento com a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida	Desenvolvimento de competências	3,46	1,22	3,78	1,01
1 - k	1 - k	Identificação de possibilidades de atuação profissional considerando as suas potencialidades e as necessidades sociais	Desenvolvimento de competências	3,36	1,23	4,08	0,89

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
2	2	O Projeto Pedagógico de cada curso de graduação explicita o perfil do profissional/cidadão a ser formado por ele e estabelece a sua estrutura curricular, bem como as diretrizes gerais para o seu funcionamento. Selecione a alternativa que melhor retrata o seu conhecimento do Projeto Pedagógico do curso em que atua majoritariamente.	-	-	-	-	-
3 - a	3 - a	Realização de atividades sob responsabilidade de docentes de diferentes áreas	Organização didático-pedagógica	-	-	2,57	0,67
3 - b	3 - b	Interação de conteúdos entre disciplinas/atividades curriculares diversas	Organização didático-pedagógica	-	-	2,54	0,58
3 - c	3 - c	Proposição de problemas cuja solução exige contribuição de várias disciplinas/atividades curriculares	Organização didático-pedagógica	-	-	2,49	0,60
3 - d	3 - d	Proposição de estratégias didáticas diversificadas e comuns a várias disciplinas/atividades curriculares	Organização didático-pedagógica	-	-	2,49	0,63
3 - e	3 - e	Articulação entre teoria e prática	Organização didático-pedagógica	-	-	2,71	0,54
3 - f	3 - f	Desenvolvimento de projetos, oficinas, estudos envolvendo mais de uma disciplina/atividade curricular	Organização didático-pedagógica	-	-	2,38	0,72
3 - g	3 - g	Promoção de eventos (seminários, simpósios, congressos) envolvendo mais de uma disciplina/atividade curricular do curso	Organização didático-pedagógica	-	-	2,53	0,67
3 - h	3 - h	Integração entre várias disciplinas/atividades curriculares por meio de trabalho de campo	Organização didático-pedagógica	-	-	2,22	0,70
3 - i	3 - i	Realização de avaliação integrada das disciplinas/atividades curriculares do mesmo semestre ou ano	Organização didático-pedagógica	-	-	2,03	0,75

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
3 - j	3 - j	Tratamento de temas transversais (direitos humanos, sustentabilidade, entre outros) por mais de uma disciplina/atividade curricular	Organização didático-pedagógica	-	-	2,17	0,80
4 - a	-	O tempo necessário para o desenvolvimento das atividades propostas foi compatível com o tempo disponível para a sua execução	Organização didático-pedagógica	3,22	1,14	-	-
4 - b	-	As oportunidades de desenvolver minha capacidade de questionar foram diversificadas	Organização didático-pedagógica	3,16	0,98	-	-
4 - c	4 - c	O rigor acadêmico foi uma preocupação constante	Organização didático-pedagógica	3,99	0,92	4,12	0,87
4 - d	4 - d	Pluralidade de pontos de vista na abordagem de algumas temáticas	Organização didático-pedagógica	3,04	0,98	3,98	0,87
4 - e	4 - e	As oportunidades de propor soluções para problemas de pesquisa e/ou extensão relacionados à futura atuação profissional/cidadã foram frequentes	Organização didático-pedagógica	3,04	1,03	4,15	0,88
4 - f	4 - f	Os aspectos éticos perpassaram as temáticas tratadas	Organização didático-pedagógica	2,78	1,01	3,93	0,95
4 - g	4 - g	As questões sociais, políticas e culturais foram consideradas no desenvolvimento dos conteúdos das disciplinas/atividade	Organização didático-pedagógica	2,68	1,04	3,42	1,06
4 - h	4 - h	As temáticas ambientais foram abordadas no desenvolvimento das atividades curriculares	Organização didático-pedagógica	3,42	0,98	3,72	0,98
4 - i	-	A temática dos direitos humanos foi abordada no desenvolvimento das atividades curriculares	Organização didático-pedagógica	2,57	1,01	-	-
4 - j	4 - i	As oportunidades oferecidas permitiram a identificação de várias possibilidades de atuação profissional	Organização didático-pedagógica	3,80	0,92	4,11	0,82

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
5 - a	-	Estágio não obrigatório	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - b	-	Projetos de iniciação científica, de iniciação tecnológica ou de iniciação à docência	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - c	-	Monitoria em disciplinas	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - d	-	Atividades Curriculares de Integração Ensino Pesquisa e Extensão (ACIEPE) ou atividades de extensão	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - e	-	Congressos, simpósios, seminários, palestras, debates, mesas redondas e correlatos	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - f	-	Visitas, excursões, estudos do meio e correlatos	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - g	-	Atividades culturais	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - h	-	Atividades esportivas	Complementação da formação	-	-	-	-
5 - i	-	Disciplinas eletivas (fora da grade curricular)	Complementação da formação	-	-	-	-
6	-	Você já fez estágio supervisionado?	-	-	-	-	-
6.1 - a	7.1 - a	Aprendizagens proporcionadas pelo estágio supervisionado	Desenvolvimento de competências	4,67	0,71	4,78	0,46
6.1 - b	7.1 - b	Condições de Realização do estágio supervisionado	Organização didático-pedagógica	4,22	0,83	4,71	0,54
6.1 - c	7.1 - c	Integração com o ambiente de trabalho propiciado pelo estágio supervisionado	Organização didático-pedagógica	4,11	0,93	4,76	0,47
6.1 - d	7.1 - d	Realização de atividades diversificadas (observação, reflexão, resolução de situações-problema) no ambiente de Realização do estágio	Desenvolvimento de competências	4,44	1,01	4,63	0,63
6.1 - e	-	Realização de 'pesquisas envolvendo ação' no ambiente de Realização do estágio	Desenvolvimento de competências	4,63	0,74	-	-

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{x} (alunos)	σ (alunos)	\bar{x} (profs)	σ (profs)
6.1 - f	7.1 - e	Articulação da teoria com a prática do estágio	Desenvolvimento de competências	4,44	0,73	4,61	0,57
6.1 - g	7.1 - f	Mobilização de conhecimentos de várias áreas no desenvolvimento das atividades de estágio	Desenvolvimento de competências	4,56	0,73	4,56	0,61
6.1 - h	-	Interação com órgãos relacionados à profissão, diferentes daquele de Realização de estágio curricular	Organização didático-pedagógica	4,13	0,99	-	-
6.1 - i	-	Tempo curricular disponibilizado para atividade de estágio supervisionado	Organização didático-pedagógica	4,67	0,71	-	-
6.1 - j	7.1 - g	Orientação recebida para o desenvolvimento das atividades de estágio	Apoio estudantil	4,44	0,73	4,52	0,68
7	-	Você já iniciou o Trabalho de Conclusão de Curso?	-	-	-	-	-
7.1 - a	-	Delimitação clara do objeto/problema/questão de pesquisa	-	-	-	-	-
7.1 - b	-	Levantamento de hipóteses ou pressupostos	-	-	-	-	-
7.1 - c	-	Levantamento bibliográfico para a fundamentação teórica	-	-	-	-	-
7.1 - d	-	Planejamento de procedimentos para teste das hipóteses ou análise do problema de pesquisa	-	-	-	-	-
7.1 - e	-	Escolha de métodos e técnicas de pesquisa	-	-	-	-	-
7.1 - f	-	Condução da coleta de dados	-	-	-	-	-
7.1 - g	-	Utilização de conhecimentos de outras áreas ou disciplinas para análise dos dados	-	-	-	-	-
7.1 - h	-	Produção de relato escrito adequado da pesquisa, obedecendo as normas academicamente reconhecidas	-	-	-	-	-
7.1 - i	-	Análise do trabalho por banca examinadora qualificada	-	-	-	-	-
7.1 - j	-	Comunicação oral do trabalho realizado em congressos	-	-	-	-	-
7.2 - a	-	Adequação do tempo curricular destinado ao desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso	Organização didático-pedagógica	3,46	0,88	-	-

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
7.2 - b	-	Orientação recebida para o desenvolvimento das atividades do Trabalho de Conclusão de Curso	Organização didático-pedagógica	4,17	0,94	-	-
7.2 - c	-	Existência dos recursos necessários à execução do Trabalho de Conclusão de Curso (bibliografia, equipamentos, material de consumo etc.)	Infraestrutura	4,25	0,75	-	-
8 - a	-	Domínio do conteúdo	Organização didático-pedagógica	4,47	0,68	-	-
8 - b	-	Relacionamento com estudantes.	Organização didático-pedagógica	3,14	1,07	-	-
8 - c	-	Procedimentos metodológicos empregados	Organização didático-pedagógica	2,92	0,94	-	-
8 - d	-	Assiduidade e pontualidade.	Organização didático-pedagógica	4,16	0,84	-	-
8 - e	-	Sistema de avaliação	Organização didático-pedagógica	3,09	0,99	-	-
9 - a	14 - a	Organização didático-pedagógica	Organização didático-pedagógica	3,79	0,96	4,13	0,72
9 - b	14 - b	Funcionamento do curso	Organização didático-pedagógica	4,08	0,74	4,33	0,72
9 - c	14 - c	Orientações aos alunos	Apoio Estudantil	3,71	1,08	4,36	0,72
9 - d	14 - d	Funcionamento do Conselho de Curso	Organização didático-pedagógica	3,72	1,06	4,36	0,80

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
9 - e	14 - e	Fluxo de informações entre o Conselho de Curso e os docentes do curso	Organização didático-pedagógica	3,44	1,21	3,98	1,13
10 - a	15 - a	Adequação das salas das aulas teóricas	Infraestrutura	2,88	1,15	3,62	1,12
10 - b	15 - b	Adequação dos laboratórios das aulas práticas	Infraestrutura	4,12	0,85	3,80	1,01
10 - c	15 - d	Adequação do apoio de pessoal técnico nas aulas práticas	Infraestrutura	4,32	0,70	4,11	0,95
10 - d	15 - e	Disponibilidade de equipamentos para as aulas teóricas e práticas	Infraestrutura	4,00	0,95	3,79	0,97
10 - e	15 - f	Quantidade de livros no acervo das bibliotecas da UFSCar	Infraestrutura	3,64	1,04	3,53	1,10
10 - f	15 - g	Qualidade do atendimento aos alunos na biblioteca	Infraestrutura	4,41	0,72	4,35	0,64
10 - g	15 - h	Horário em que é possível a utilização do acervo das bibliotecas	Infraestrutura	4,33	0,78	4,31	0,65
10 - h	15 - i	Recursos computacionais disponibilizados aos alunos pela Universidade	Infraestrutura	3,16	1,31	3,76	1,05
10 - i	-	Qualidade do atendimento/suporte oferecido aos alunos na utilização dos recursos computacionais	Infraestrutura	3,26	1,12	-	-
10 - j	-	Horário em que é possível a utilização dos recursos computacionais	Infraestrutura	3,59	1,31	-	-
10 - k	-	Qualidade do atendimento da Divisão de Gestão e Registro acadêmico (DiGRA)	Infraestrutura	3,51	1,03	-	-
10 - l	-	Horário de funcionamento da Divisão de Gestão e Registro acadêmico (DiGRA)	Infraestrutura	2,90	1,15	-	-
11 - a	-	O meu envolvimento com o curso é intenso	-	3,87	0,82	-	-
11 - b	-	O curso escolhido possibilitará minha Realização profissional	-	4,05	0,91	-	-
11 - c	-	O curso escolhido não está de acordo com as minhas aptidões e capacidades	-	1,60	0,89	-	-
11 - d	-	A mudança de Universidade/Curso está fora de minhas cogitações	-	4,22	1,11	-	-
11 - e	-	Os serviços oferecidos pela Universidade são do conhecimento de todos	Apoio estudantil	2,54	1,09	-	-
11 - f	-	A Universidade tem boa infraestrutura	Infraestrutura	3,49	0,91	-	-
-	4 - a	Espírito crítico	Desenvolvimento de competências	-	-	4,25	0,79

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
-	4 - b	Desenvolvimento da curiosidade, da inquietação e do questionamento	Desenvolvimento de competências	-	-	4,22	0,74
-	4 - c	Compromisso com a exatidão e o rigor acadêmico	Organização didático-pedagógica	-	-	4,12	0,87
-	4 - e	Proposição de soluções para problemas de pesquisa e/ou extensão relacionados à futura atuação profissional/cidadã	Organização didático-pedagógica	-	-	4,15	0,88
-	4 - f	Desenvolvimento de padrões éticos	Organização didático-pedagógica	-	-	3,93	0,95
-	4 - g	Tratamento de questões sociais, políticas e culturais no desenvolvimento dos conteúdos	Desenvolvimento de competências	-	-	3,42	1,06
-	4 - h	Tratamento de temáticas ambientais no desenvolvimento das atividades curriculares	Desenvolvimento de competências	-	-	3,72	0,98
-	4 - i	Percepção das diferentes possibilidades de atuação profissional	Desenvolvimento de competências	-	-	4,11	0,82
-	5 - a	Pós - graduação	Desenvolvimento de competências	-	-	4,32	0,94
-	5 - b	Pesquisa	Desenvolvimento de competências	-	-	4,54	0,76
-	5 - c	Extensão	Organização didático-pedagógica	-	-	3,87	1,00
-	6 - a	Docente para a educação básica	Apoio estudantil	-	-	2,45	1,38
-	6 - b	Pesquisador na área da educação	Organização didático-pedagógica	-	-	2,59	1,40
-	6 - c	Pesquisador na área de conhecimento predominante do curso	Organização didático-pedagógica	-	-	4,53	0,79

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
-	6 - d	Profissional com formação especializada para desempenhar trabalho técnico exigido pelo mercado atual	-	-	-	4,55	0,79
-	6 - e	Profissional com formação que possibilite o exercício de várias atividades profissionais	-	-	-	4,19	0,92
-	7	Seu curso oferece estágio curricular obrigatório	Organização didático-pedagógica	-	-	-	-
-	7.1 - h	Orientação sobre questões éticas e relacionamento interpessoal no local do estágio	Organização didático-pedagógica	-	-	4,25	0,91
-	8 - a	Número de créditos destinados à abordagem de métodos e técnicas de pesquisa	Organização didático-pedagógica	-	-	4,18	0,82
-	8 - b	Número de créditos destinados à elaboração do TCC	Organização didático-pedagógica	-	-	4,21	0,86
-	8 - c	Tempo destinado à orientação	Organização didático-pedagógica	-	-	4,00	0,87
-	8 - d	Número de orientandos por docente	Organização didático-pedagógica	-	-	3,92	0,90
-	9	Como você avalia a relação da(s) sua(s) disciplina(s)/atividade(s) curricular(es) com o respectivo Projeto Pedagógico de Curso?	Organização didático-pedagógica	-	-	4,33	0,65
-	10	Comparando os conteúdos trabalhados nas várias disciplinas/atividades curriculares do curso, é possível detectar áreas mais privilegiadas?	Organização didático-pedagógica	-	-	-	-
-	11	Da mesma forma, comparando os conteúdos trabalhados nas disciplinas/atividades curriculares do seu curso, é possível detectar áreas menos valorizadas?	Organização didático-pedagógica	-	-	-	-

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
-	12 - a	Aula dialogada	Organização didático-pedagógica	-	-	3,85	1,31
-	12 - b	Aula expositiva	Organização didático-pedagógica	-	-	4,51	0,71
-	12 - c	Aula prática com laboratório	Organização didático-pedagógica	-	-	3,51	1,51
-	12 - d	Construção de mapa conceitual	Organização didático-pedagógica	-	-	2,05	1,20
-	12 - e	Debate	Organização didático-pedagógica	-	-	3,00	1,37
-	12 - f	Discussão de tema por via eletrônica	Organização didático-pedagógica	-	-	2,10	1,12
-	12 - g	Ensino com pesquisa	Organização didático-pedagógica	-	-	3,45	1,23
-	12 - h	Estudo de caso	Organização didático-pedagógica	-	-	3,37	1,34
-	12 - i	Estudo de texto	Organização didático-pedagógica	-	-	3,03	1,29
-	12 - j	Estudo dirigido	Organização didático-pedagógica	-	-	2,94	1,34
-	12 - k	Estudo do meio	Organização didático-pedagógica	-	-	2,41	1,38

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{X} (alunos)	σ (alunos)	\bar{X} (profs)	σ (profs)
-	12 - l	Seminário	Organização didático-pedagógica	-	-	3,01	1,44
-	12 - m	Visita	Organização didático-pedagógica	-	-	2,43	1,30
-	13 - a	Prova escrita individual	Organização didático-pedagógica	-	-	4,85	0,40
-	13 - b	Prova escrita em grupo	Organização didático-pedagógica	-	-	1,90	1,28
-	13 - c	Resolução de exercícios em sala de aula individual	Organização didático-pedagógica	-	-	3,60	1,44
-	13 - d	Resolução de exercícios em sala de aula em grupo	Organização didático-pedagógica	-	-	3,81	1,25
-	13 - e	Resolução de exercícios extraclasse individual	Organização didático-pedagógica	-	-	3,74	1,36
-	13 - f	Resolução de exercícios extraclasse em grupo	Organização didático-pedagógica	-	-	3,49	1,30
-	13 - g	Relatórios individuais de atividades práticas	Organização didático-pedagógica	-	-	2,55	1,52
-	13 - h	Relatórios em grupo de atividades práticas	Organização didático-pedagógica	-	-	3,43	1,64
-	13 - i	Seminários	Infraestrutura	-	-	3,30	1,45

Nº p/ alunos	Nº p/ profs	Pergunta	Categoria	\bar{x} (alunos)	σ (alunos)	\bar{x} (profs)	σ (profs)
-	13 - j	Portfólio	Organização didático-pedagógica	-	-	1,60	1,05
-	13 - k	Webfólio	Desenvolvimento de competências	-	-	1,47	0,88
-	13 - l	Mapa conceitual	Desenvolvimento de competências	-	-	1,62	1,08
-	13 - m	Resenhas/Fichamentos	Desenvolvimento de competências	-	-	1,65	1,14
-	14 - f	Fluxo de informações entre o Núcleo Docente Estruturante (NDE) e os docentes do curso	Desenvolvimento de competências	-	-	4,13	0,72
-	15 - a	Adequação das salas às aulas teóricas	Desenvolvimento de competências	-	-	4,33	0,72
-	15 - b	Adequação dos laboratórios às aulas práticas	Desenvolvimento de competências	-	-	4,36	0,72
-	15 - c	Adequação dos laboratórios às normas de segurança	Desenvolvimento de competências	-	-	4,36	0,80
-	15 - g	Qualidade do atendimento aos usuários nas bibliotecas	Desenvolvimento de competências	-	-	3,98	1,13
-	15 - j	Condições para trabalho de campo	Desenvolvimento de competências	-	-	3,74	1,08

APÊNDICE C: THESAURUS DE TERMOS DA TAXONOMIA DE PESQUISA EM EE

Sintaxe empregada no thesaurus:

— sinaliza um comentário, uma linha que não é lida pelo programa;

** — indica uma categoria que irá agrupar os termos diretamente abaixo que estiverem acompanhados de “100 1”;

100 1 — indica o termo que será agrupado

^ — antecedendo um termo, indica que só termos que iniciam com tal termo serão considerados. Ex.: “test” pode agrupar “test”, “tests” e “protests”, enquanto “^test” agrupará somente “test” e “tests”.

\$ — ao final de um termo, indica que apenas aqueles que terminam com tal termo serão considerados. Ex.: “lecture” agrupa “lecture”, “lectures” e “lecturer”, enquanto “lecture\$” agrupa somente “lecture”.

Abaixo, fica reproduzido o thesaurus construído neste trabalho, e utilizado para a bibliometria aqui relatada.

```
#Thesaurus da taxonomia de educação em engenharia, nível 2
100 1 program evaluation
100 1 accreditation
#Assessment
100 1 ABET-accredited
100 1 ABET accredited
** Organizational assessment
100 1 ABET program criteria
#100 1 organizational assessment
100 1 ABET requirement
100 1 advisory board
**Professional licensure
100 1 advisory committee
100 1 professional licensure
100 1 course assess
100 1 engineering licensure
100 1 course evaluat
100 1 chartered engineer
100 1 external evaluation
100 1 chartered status
100 1 multilevel program assess-
100 1 professional engineer
ment
100 1 professional assessment
100 1 multi-level program assess-
100 1 fundamentals of engineering
ment
exam
100 1 multilevel program evalua-
100 1 FE exam
tion
100 1 fundamentals exam
100 1 multi-level program evalua-
100 1 engineering examination
tion
100 1 professional engineering li-
censure evaluation
**Student assessment
100 1 student assessment
**Program evaluation
100 1 assessment tool
```

```

#para "feedback", não peguei a pa-
lavra isolada por sua abrangência
dentro da amostra, e então fui se-
lecionando os termos relativos a
educação que contêm "feedback".
100 1 continuous feedback
100 1 feedback systems
100 1 instructor feedback
100 1 immediate feedback
100 1 real-time feedback
100 1 feedback mechanism
100 1 giving feedback
100 1 providing feedback
100 1 personalized feedback
100 1 peer feedback
100 1 automatic feedback
100 1 instant feedback
100 1 timely feedback
100 1 receiving feedback
100 1 teacher feedback
100 1 written feedback
100 1 automated feedback
100 1 tutor feedback
100 1 dynamic feedback
100 1 electronic feedback
100 1 lecturer feedback
100 1 direct feedback
100 1 feedback models
100 1 course feedback
100 1 online feedback
#fim feedback
100 1 360-degree
100 1 360 degree
#o formato utilizado para "grade"
foi este para evitar termos como
"upgrade".
100 1 ^grade
100 1 ( grade)
100 1 automated grading
100 1 automatic grading
100 1 standards-based grading
100 1 grading system
100 1 grade inflation
100 1 concept inventory
100 1 portfolio
100 1 rubric
100 1 ^test format$
100 1 exam format
100 1 assessment format
100 1 multiple-choice
100 1 multiple choice
100 1 ^open-ended exercise$
100 1 ^open-ended assignments$
100 1 ^open-ended engineering
problem$
100 1 ^open-ended labs$
100 1 open-ended problem
100 1 ^open-ended case studies$
100 1 ^open-ended challenging
tasks$
100 1 open-ended test
100 1 open-ended question
100 1 ^open-ended team project$
100 1 quasi open-ended
100 1 practical exam
100 1 practical test
100 1 practical assess
100 1 clinical exam
100 1 clinical test
100 1 clinical assess
100 1 standardized math test
100 1 standardized test
100 1 standardized assess
100 1 standardized writing assess
100 1 knowledge gain
100 1 knowledge acquisition
100 1 learning gains
100 1 gain knowledge
100 1 acquired knowledge
100 1 knowledge retention
100 1 performance assessment
100 1 student performance
100 1 course performance
100 1 academic performance
100 1 learning performance
100 1 exam performance
100 1 teaching performance
100 1 student's performance
100 1 performance indicators
100 1 performance metrics
100 1 performance testing
100 1 assessment method
100 1 continuous assessment
100 1 continuous evaluation
100 1 diagnostic
100 1 ^formative
100 1 ( formative)
100 1 peer review
100 1 peer-review
100 1 outcomes-based assessment
100 1 outcomes based assessment
100 1 outcomes assessment
100 1 self-assessment
100 1 self assessment
100 1 self-evaluation
100 1 self evaluation
100 1 summative
100 1 assessment setting
100 1 exam setting
100 1 evaluation setting
100 1 individual assessment
100 1 individual evaluation
100 1 group evaluation
100 1 group assessment

```

100 1 workplace assessment
 100 1 assessment context
 100 1 online evaluation
 100 1 online assessment

#Design

****Design practice**
 100 1 design practice
 100 1 ideation
 100 1 information gathering
 100 1 information collect
 100 1 modeling
 # "modeling" da linha de cima já pega "physical modeling" e "3D modeling", então é redundante deixar esses termos, que ficaram na forma de comentários.
 #100 1 physical modeling
 #100 1 3D modeling
 100 1 computer-aided design
 100 1 computer aided design
 100 1 (^CAD)
 100 1 (CAD)
 100 1 prototyping
 #100 1 rapid prototyping
 #100 1 process modeling
 100 1 flowcharting
 100 1 ^user needs analysis\$
 100 1 ^needs analysis\$
 100 1 problem definition
 100 1 product testing

****Design projects**
 100 1 design project
 100 1 capstone
 100 1 senior project
 100 1 senior design
 100 1 design competition
 100 1 multidisciplinary design

****Design process**
 100 1 design process
 100 1 human-centered design
 100 1 human centered design
 100 1 human centered approach
 100 1 human-centered approach
 100 1 user-centered design
 100 1 user centered design
 100 1 user-centered approach
 100 1 user centered approach
 100 1 product archaeology
 100 1 product dissection
 100 1 reverse engineering
 100 1 product development

****Design thinking**
 100 1 design thinking

#Diversity

****Diversity concerns**
 100 1 diversity concerns
 100 1 diversity issues
 100 1 bias
 100 1 ^sex discrimination\$
 100 1 ^discrimination\$
 100 1 ^sexual discrimination\$
 100 1 ^social discrimination\$
 100 1 ^gender discrimination\$
 100 1 ^age discrimination\$
 100 1 equity
 100 1 inclusivity
 100 1 inclusiveness
 100 1 multicult
 100 1 student diversity
 100 1 underrepresent
 100 1 workplace diversity

****Types of diversity**
 100 1 types of diversity
 100 1 diversity types
 100 1 gender
 100 1 female
 100 1 woman
 100 1 women
 100 1 girl
 100 1 male
 100 1 transgender
 100 1 individual differences
 100 1 individual needs
 100 1 learning styles
 100 1 personality types
 100 1 nontraditional student
 100 1 non-traditional student
 100 1 commuter student
 100 1 part time student
 100 1 part-time student
 100 1 transfer student
 100 1 veteran

#para "race", a inclusão era problemática pois trazia muitos artigos que utilizavam corridas entre projetos de estudantes como forma de aprendizado, e então troquei para "racial". Para "ethnicity", essa ambiguidade não ocorria, mas acrescentei outros termos para englobar etnias específicas.

```

100 1 racial
100 1 ethnicity
100 1 ^hispanic$
100 1 ^hispanic women$
100 1 ^hispanic student$
100 1 ^hispanic men$
100 1 ^latino$
100 1 latina girls
100 1 latinx
100 1 ^black$
100 1 black student
100 1 african-american student
100 1 asian students
100 1 native american
100 1 african american student
100 1 african engineering student
100 1 american indians
100 1 african student
100 1 sexual orientation
100 1 ^gay$
100 1 lesbian
100 1 bisexual
100 1 queer
100 1 LGBT
100 1 student background
100 1 first-generation
100 1 first-generation college
student
100 1 first generation college
student
100 1 first generation student
100 1 international student
100 1 socioeconomic status
100 1 students with disabilities
100 1 disabled students

#Educational level

**Continuing education
100 1 continuing education

**Graduate education
100 1 ^graduate
100 1 ( graduate)
100 1 postgraduate
100 1 post-graduate
100 1 master's
100 1 PhD
100 1 ^doctoral
100 1 ( doctoral)
100 1 ^doctorate
100 1 ( doctorate)
100 1 ^graduate supervision
100 1 supervision

**Higher education
100 1 higher education
100 1 college
100 1 university

**P-12
100 1 P12
100 1 P-12
100 1 K12
100 1 K-12
100 1 elementary
100 1 primary school
100 1 primary education
100 1 primary students
100 1 primary teachers
100 1 high school
100 1 high-school
100 1 advanced placement courses
100 1 pre college preparation
100 1 pre-college preparation
100 1 middle school
100 1 preschool
100 1 pre-school
100 1 preengineering
100 1 pre-engineering

**Postdoctoral studies
100 1 postdoctor

**Undergraduate
100 1 undergraduate
100 1 first year
100 1 first-year
100 1 second year
100 1 second-year
100 1 third year
100 1 third-year
100 1 fourth year
100 1 fourth-year
100 1 fifth year
100 1 fifth-year
100 1 freshman
100 1 freshmen
100 1 junior
100 1 senior
100 1 sophomore

#Educational setting

**Engineering curriculum
100 1 curriculum

**Engineering fields
100 1 engineering field
100 1 aerospace engineering
100 1 aeronautical engineering
100 1 aeronautic engineering
100 1 architectural engineering

```

```

100 1 biomedical engineering
100 1 bioengineering
100 1 biochemical engineering
100 1 biological engineering
100 1 biomolecular engineering
100 1 chemical engineering
100 1 civil engineering
100 1 computer engineering
100 1 computer science
100 1 construction engineering
100 1 electrical engineering
100 1 engineering technology
100 1 environmental engineering
100 1 green engineering
100 1 sustainability
100 1 information technology
100 1 industrial engineering
100 1 manufacturing
100 1 fabrication
100 1 materials science and engi-
neering
100 1 materials science
100 1 materials engineering
100 1 metallurgical engineering
100 1 polymer engineering
100 1 ceramic engineering
100 1 mechanical engineering
100 1 ocean engineering
100 1 marine engineering
100 1 nuclear engineering

**Informal learning
100 1 informal learning
100 1 informal setting
100 1 informal education
100 1 informal engineering educa-
tion
100 1 outreach

**Institution type
100 1 institution type
100 1 baccalaureate institution
100 1 community college
100 1 doctoral institution
100 1 hispanic serving institution
100 1 black college
100 1 black universit
100 1 master's institution
100 1 single gender campus
100 1 technical college
100 1 tribal college

**Learning environment
100 1 learning environment
100 1 classroom
100 1 class room
100 1 co-curricular

100 1 cocurricular
100 1 extracurricular
100 1 extra-curricular
100 1 honors program
100 1 international program
100 1 ^lab
100 1 ( lab)
100 1 learning communit
100 1 studio
100 1 undergraduate research

#Educational technology

**Computer-based instruction
100 1 computer-based
100 1 computer based
100 1 internet-based
100 1 internet based
100 1 educational game
100 1 educational video game
100 1 game-based
100 1 game based
100 1 educational software

**Electronic communication
100 1 electronic communication
100 1 ( blog)
100 1 ^blog
100 1 email
100 1 e-mail
100 1 electronic mail
100 1 groupware
100 1 instant messag
100 1 online discussion
100 1 online forum
100 1 web discussion
100 1 ^chat
100 1 ( chat)
100 1 wiki
100 1 online repositor
100 1 social media
100 1 facebook
100 1 instagram
100 1 linkedin
100 1 wechat
100 1 whatsapp
100 1 streaming media
100 1 video streaming
100 1 streaming video
100 1 streaming audio
100 1 podcast

**Learning technology
#para evitar "machine learning
technology", tive que procurar os
termos a seguir individualmente
por agrupamento.

```

100 1 ^adaptive learning technology\$
 100 1 ^blended E-learning technology\$
 100 1 ^assessment factors affecting e-learning technology\$
 100 1 ^BVSb active learning technology\$
 100 1 ^deep learning technology\$
 100 1 ^e-learning technology\$
 100 1 ^collaborative learning technology offers wide prospects\$
 100 1 ^e-learning technology era\$
 100 1 ^e-learning technology settings\$
 100 1 ^cloud-based collaborative learning technology adoption\$
 100 1 ^e-learning technology adoption\$
 100 1 ^e-learning technology types\$
 100 1 ^convolutional neural network deep learning technology\$
 100 1 ^China e-Learning Technology Standard\$
 100 1 ^learning technology commercialization\$
 100 1 ^IEEE learning technology standards committee LTSC\$
 100 1 ^improved self-training semi-supervised learning technology\$
 100 1 ^learning technology\$
 100 1 ^equivalent circuit model learning technology\$
 100 1 ^heterogeneous mixture learning technology\$
 100 1 ^learning technology acceptance\$
 100 1 ^factors influence digital learning technology adoption\$
 100 1 ^learning technology capability\$
 100 1 ^elearning technology\$
 100 1 ^Learning Technology Programme\$
 100 1 ^Learning Technology Standards LTS\$
 100 1 ^learning technology field\$
 100 1 ^learning technology evaluation\$
 100 1 ^learning technology LT\$
 100 1 ^learning technology standards\$
 100 1 ^learning technology standardization process\$

100 1 ^Learning Technology Systems Architecture LTSA\$
 100 1 ^learning technology systems\$
 100 1 ^learning technology usage\$
 100 1 ^learning technology infrastructure\$
 100 1 ^transfer learning technology\$
 100 1 ^web-based collaborative learning technology\$
 100 1 ^reinforcement learning technology\$
 100 1 ^learning technology use\$
 100 1 ^learning technology users\$
 100 1 ^mobile learning technology\$
 100 1 ^new learning technology produces excellent results\$
 #fim do agrupamento de learning technology
 100 1 adaptive computer learning
 100 1 adaptive learning
 100 1 learning management system
 100 1 personal response system
 100 1 clicker
 100 1 classroom response system
 100 1 audience response system
 100 1 simulation
 100 1 mobile app
 100 1 pen and touch device
 100 1 touchscreen
 100 1 touch screen
 100 1 wacom
 100 1 virtual reality
 100 1 ^VR
 100 1 (VR)

 **Learning modality
 100 1 learning modality
 100 1 blended learning
 100 1 blended-learning
 100 1 distance learning
 100 1 distance-learning
 #Asynchronous exigiu agrupamento, devido à abundância de "asynchronous motor", "asynchronous machine" e similares.
 100 1 ^asynchronous computer based training\$
 100 1 ^asynchronous computer platforms\$
 100 1 ^asynchronous communication channels Slack\$
 100 1 ^asynchronous access\$
 100 1 ^asynchronous classroom activities\$
 100 1 ^asynchronous collaboration\$

100 1 ^asynchronous communication\$
 100 1 ^asynchronous collaborative learning\$
 100 1 ^asynchronous coordination\$
 100 1 ^asynchronous discussion groups\$
 100 1 ^asynchronous distance learning tool\$
 100 1 ^asynchronous discussion forums\$
 100 1 ^asynchronous discussions\$
 100 1 ^asynchronous education\$
 100 1 ^asynchronous discussion forum encouraged students\$
 100 1 ^asynchronous electronic discussion groups\$
 100 1 ^asynchronous discussion board\$
 100 1 ^asynchronous course\$
 100 1 ^asynchronous discussion net environment\$
 100 1 ^asynchronous learning networks\$
 100 1 ^asynchronous learning materials via electronic media\$
 100 1 ^asynchronous learning module development\$
 100 1 ^asynchronous logic\$
 100 1 ^asynchronous modes\$
 100 1 ^asynchronous learning network ALN\$
 100 1 ^asynchronous modules\$
 100 1 ^asynchronous nature\$
 100 1 ^asynchronous formats\$
 100 1 ^asynchronous learning\$
 100 1 ^asynchronous learning environment\$
 100 1 ^asynchronous on-line discussion forums across two graduate-level courses\$
 100 1 ^asynchronous sessions\$
 100 1 ^asynchronous online platforms\$
 100 1 ^asynchronous sequential logic\$
 100 1 ^asynchronous pedagogy\$
 100 1 ^asynchronous practice\$
 100 1 ^asynchronous peer-to-peer learning\$
 100 1 ^asynchronous processes\$
 100 1 ^asynchronous online discussion\$
 100 1 ^asynchronous schedule\$
 100 1 ^asynchronous team interaction\$
 100 1 ^asynchronous transfer mode ATM\$
 100 1 ^asynchronous teaching methods\$
 100 1 ^asynchronous system\$
 100 1 ^asynchronous team communication\$
 100 1 ^asynchronous text-based\$
 100 1 ^asynchronous type\$
 100 1 ^asynchronous study\$
 100 1 ^asynchronous supervision\$
 100 1 ^asynchronous teaching\$
 100 1 ^asynchronous teacher interaction\$
 100 1 ^communication UART Universal Asynchronous Receiver\$
 100 1 ^designing web-based asynchronous learning systems\$
 100 1 ^asynchronous virtual patient simulations\$
 100 1 ^asynchronously\$
 100 1 ^asynchronous video-on-demand service proved popular overall\$
 100 1 ^blending asynchronous discussion groups\$
 100 1 ^asynchronous virtual learning\$
 100 1 ^class via asynchronous online delivery\$
 100 1 ^resulting asynchronous peer-to-peer video content\$
 100 1 ^time asynchronously\$
 100 1 ^web-based asynchronous distance learning systems\$
 100 1 ^online asynchronous learning\$
 100 1 ^teaching asynchronous machine starting methods\$
 100 1 ^RAISE Remote Asynchronous Instruction\$
 100 1 ^efficient web-based asynchronous learning systems\$
 100 1 ^groups conducted asynchronous structured discussions\$
 100 1 ^instruction asynchronously\$
 100 1 ^via asynchronous communication\$
 100 1 ^online asynchronous learning environment\$
 100 1 ^web-based asynchronous learning system\$
 100 1 ^web-based asynchronous learning\$
 #fim do agrupamento de asynchronous
 100 1 massive open online class
 100 1 MOOC
 100 1 open online course

100 1 synchronous activities
 100 1 synchronous learning
 100 1 synchronous e-learning
 100 1 synchronous communication
 100 1 synchronous course
 100 1 synchronous chat
 100 1 synchronous collab
 100 1 synchronous cooperation
 100 1 synchronous groupware
 100 1 synchronous distance education
 100 1 synchronous instruction
 100 1 synchronous student interaction
 100 1 synchronous class
 100 1 remote lab
 100 1 virtual lab

#Instruction

**Conceptual learning
 100 1 conceptual learning
 100 1 conceptual change
 100 1 concept inventor
 100 1 concept map
 100 1 misconception
 100 1 preconception
 100 1 threshold concept

**Faculty

100 1 faculty
 100 1 instructor
 #Sobre teacher: majoritariamente utilizado no contexto de educação básica. Porém, a educação básica é parte da preocupação das pesquisas em educação em engenharia, e essa foi a razão para manter o termo no thesaurus.
 100 1 teacher
 100 1 professor
 100 1 educational development
 100 1 pedagogical content knowledge
 100 1 reflective practice
 100 1 teaching skill
 100 1 instructional role
 100 1 adjunct
 100 1 ^advisor
 100 1 (advisor)
 100 1 ^graduate teaching assistant
 100 1 (graduate teaching assistant)
 100 1 peer teaching assistant
 100 1 teaching philosoph
 100 1 team teaching

**Institutional change
 100 1 institutional change
 100 1 institutional transformation
 100 1 Organizational change
 100 1 evidence-based practice
 100 1 evidence based practice
 100 1 institutional culture
 100 1 instructional change
 100 1 research to practice
 # "Adoption", "diffusion" e "dissemination" ficaram como comentários, pois os resultados para esses termos na amostra que foi trabalhada retornavam majoritariamente publicações que não iam no sentido de adoção, difusão e disseminação de práticas de ensino, que foi a forma como interpretei esses termos na taxonomia.

#100 1 adoption
 #100 1 diffusion
 #100 1 dissemination
 100 1 theories of change
 100 1 theory of change

**Instructional design

100 1 instructional design
 100 1 alignment
 100 1 bloom's taxonomy
 100 1 bloom taxonomy
 100 1 course design
 100 1 backwards design
 100 1 learning objective

**Instructional methods

100 1 instructional method
 100 1 pedagogy
 100 1 ^active learning
 100 1 (active learning)
 100 1 experiential learning
 100 1 inquiry based learning
 100 1 inquiry-based learning
 100 1 peer instruction
 100 1 challenge based instruction
 100 1 challenge-based instruction
 100 1 critical pedagogy
 100 1 flipped classroom
 100 1 flipped learning
 # "lecture " e "lecture\$" para evitar "lecturer(s)"
 100 1 (lecture)
 100 1 lecture\$
 100 1 lectures
 100 1 model-eliciting activit
 100 1 model eliciting activit
 100 1 mutual learning model
 100 1 collaborative learning

100 1 cooperative learning
 100 1 co-operative learning
 100 1 team based learning
 100 1 team-based learning
 100 1 problem based learning
 100 1 problem-based learning
 100 1 project based learning
 100 1 project-based learning
 100 1 PBL
 100 1 service learning
 100 1 service-learning

**Teaching evaluations
 100 1 Teaching evaluation

#Outcomes

**Communication

#Não coloquei a palavra "communication" por si só por ser muito abrangente, ainda mais considerando a grande presença de artigos que tratam de "electronic communication".

100 1 audience
 100 1 communication skill
 100 1 nonverbal
 100 1 non-verbal
 100 1 ^verbal
 100 1 (verbal)
 100 1 listening
 100 1 oral presentation
 #Em "speaking", aparecem muitos termos como "Spanish-speaking community", "chinese speaking adults", e etc.

100 1 speaking
 100 1 visual communication
 100 1 engineering graphic
 100 1 illustration
 100 1 visualization
 100 1 spatial skill
 100 1 written communication
 100 1 argumentation
 100 1 reading
 100 1 writing
 100 1 foreign language
 100 1 second language
 100 1 technical communication

**Competence
 100 1 competence

**Computing skills
 100 1 computing skill
 100 1 computing knowledge

**Creativity
 100 1 creativity

**Critical thinking
 100 1 critical thinking

**Engagement
 #Da forma como está, pega "disengagement". A meu ver, disengagement também entra, porque estuda o fenômeno oposto, que pode ser simplesmente visto como falta de engajamento.
 100 1 engagement

**Engineering standards
 100 1 engineering standards

**Entrepreneurship
 100 1 entrepreneurship

**Ethics
 100 1 ethics
 100 1 academic dishonesty
 100 1 academic integrity
 100 1 ^plagiarism\$
 100 1 social justice
 100 1 social responsibility

**Information literacy
 100 1 information literacy
 100 1 information fluency

**Innovation
 100 1 innovation

**Intercultural competence
 100 1 intercultural competence
 #"global" foi um termo problemático. Isso porque aparentemente há um detentor de direitos de publicação chamado IGI Global, que acaba inflando consideravelmente o número de publicações com esta palavra. Para evitar esse número artificial, foram pensados termos sinônimos para esta classificação da taxonomia.

#100 1 global
 100 1 global competence
 100 1 global culture
 100 1 global community
 100 1 global context
 100 1 cultural schema

**Leadership
 100 1 leadership

```

**Lifelong learning
100 1 lifelong learning
100 1 life-long learning
100 1 life long learning

**Problem solving
100 1 problem solving
100 1 problem-solving

**Professional skills
100 1 professional skill
100 1 soft skill

**Scientific literacy
100 1 scientific literacy

**Student perception
100 1 student perception

**Student experience
100 1 student experience

**Teamwork
100 1 teamwork
100 1 team work
100 1 team-work
100 1 team skill

**Reflection
100 1 reflection
#100 1 critical reflection

**Systems thinking
100 1 systems thinking

#Professional practice

**Careers
100 1 careers
100 1 career choice
100 1 career path

**Engineering profession
# $ usado para evitar "profes-
sional"
100 1 engineering profession$
100 1 (engineering profession )
100 1 employer
#assim como no caso de "engage-
ment" e "disengagement", "employ-
ment" também recupera "unemploy-
ment".
100 1 employment
100 1 workplace culture

**Engineering management
100 1 engineering management

**Industry involvement
100 1 industry involvement
100 1 cooperative education
100 1 co-operative education
100 1 industry sponsor
100 1 internship

#Recruitment and retention

**Academic support
100 1 academic support
100 1 supplemental instruction
100 1 ( tutor )
100 1 ^(tutor )
100 1 ( tutor)$
100 1 tutoring
100 1 ( tutors )
100 1 ^(tutors )
100 1 ( tutors)$

**Achievement
100 1 achievement

**Advising
#sobre "advisor", isso acaba pe-
gando muitos casos de orientadores
para pesquisa em nível de gradua-
ção ou pós-graduação, mas creio
que isso cabe no escopo de "aca-
demic advisor", e, portanto, dei-
xei desta forma no thesaurus. Tam-
bém precisei colocar mais de um
caso para evitar "advisory boards"
e similares, que dizem mais res-
peito a indústria. Também há mui-
tas ocorrências com a outra gra-
fia: "adviser".
100 1 (advisor )
100 1 advisor$
100 1 adviser
#100 1 academic advisor
100 1 coaching
100 1 mentoring
#100 1 peer mentoring

**Preparation
#Dada a inserção de "preparation"
dentro da categoria "recruitment
and retention", me dá a entender
que se trata da preparação dos es-
tudentes para a vida acadê-
mica/disciplinas específicas. Po-
rém, deixando o termo de forma ge-
nérica, engloba muita coisa

```

referente a preparação de professores. Por fim, foi considerado relevante manter o termo
100 1 preparation

****Recruitment**
100 1 recruitment
100 1 engineering recruitment
100 1 engineering pathway
100 1 engineering pipeline
100 1 matriculation
100 1 enrollment

****Retention**
100 1 retention
100 1 attrition
100 1 persistence
#100 1 retention rate
100 1 scholarship
100 1 time to degree
100 1 time-to-degree

****Study behaviors**
100 1 study behavior
100 1 study behaviour
100 1 study group
#para evitar "lifetime management" e similares
100 1 ^time manag
100 1 (time manag)

****Student development**
100 1 student development
100 1 absenteeism
#para evitar "environmental health" e similares
100 1 ^mental health
100 1 (mental health)
100 1 test anxiety
#para evitar "economic depression", "the great depression" e outros relacionados à economia.
100 1 ^depression\$
#stress por si só retorna quase integralmente resultados referente a simulações de tensão em estruturas/materiais/etc. Portanto foram empregados termos que especificassem o estresse psicológico.
#100 1 stress
100 1 academic stress
100 1 occupational stress
100 1 labor stress
100 1 stressful
100 1 physical health

#Related fields

****Engineering economics**
100 1 engineering economics
100 1 employability
100 1 industry demand

****Education policy**
100 1 education policy
100 1 bologna process
100 1 bologna declaration
100 1 bologna agreement
100 1 common core state standard

****Mathematics**
100 1 math
100 1 calculus
100 1 complex number
100 1 differential equation
#100 1 engineering mathematics
100 1 graphing
100 1 linear algebra
#100 1 pre-calculus
#100 1 pre calculus
100 1 probability theor
100 1 statistics

****Philosophy of engineering education**
100 1 philosophy of engineering education
100 1 engineering education philosophy

****Science**
100 1 science
100 1 biology
100 1 chemistry
100 1 geoscience
100 1 life science
100 1 physical science
100 1 physics
100 1 technology application

****STEM**
100 1 ^STEM
100 1 (STEM)
100 1 science technology engineering math
100 1 science technology engineering and math

****Technology studies**
100 1 technology studies
100 1 technology study

#Research approaches

```

**Data collection
100 1 data collection
100 1 analytics
100 1 focus group
100 1 interview
100 1 observation
100 1 multi-institution
100 1 multi institution
100 1 survey

**Research ethics
100 1 research ethics
100 1 ethical treatment of subject
#100 1 subject ethical treatment
#100 1 subjects ethical treatment
#100 1 professional research ethics

**Research evaluation criteria
100 1 research evaluation criteri
100 1 credibility
100 1 dependability
100 1 generalizability
100 1 reliability
100 1 transferability
100 1 trustworthiness
100 1 validity

**Research methods
100 1 research method
100 1 ^action research
100 1 ( action research)
100 1 design-based research
100 1 design based research
100 1 mixed-methods research
100 1 qualitative
100 1 case study
100 1 case-study
100 1 content analysis
100 1 discourse analysis
100 1 document analysis
100 1 ethnography
100 1 grounded theor
100 1 narrative inquir
100 1 phenomenology
100 1 phenomenography
100 1 photoelicit
100 1 photo elicitation
100 1 photo-elicitation
100 1 quantitative
100 1 data correlation
100 1 descriptive statistic
100 1 experimental research
100 1 factor analysis
100 1 inferential statistic
100 1 psychometric analysis

100 1 regression
100 1 structural equation model
100 1 systematic review
100 1 meta-analysis
100 1 meta-analyses

#Theoretical frameworks

**Affective theories
100 1 affective theor
100 1 emotional learn
#achei perigoso deixar "motiva-
tion" por si só, pois muitos es-
tudos falam algo como "the moti-
vation behind this study...". Por-
tanto achei melhor pegar apenas
pelas sub-categorias, que dão no-
mes a essas teorias motivacionais.
#100 1 motivation
100 1 motivation theor
100 1 achievement goal orientation
theor
100 1 deep learning
100 1 mastery learning
100 1 attribution theor
100 1 behavior theor
100 1 behaviorism
100 1 behaviour theor
100 1 behaviourism
100 1 expectancy value theor
100 1 expectancy-value theor
100 1 self-determination theor
100 1 self determination theor
100 1 self efficacy
100 1 self-efficacy

**Cognitive theories
100 1 cognitive theor
100 1 constructivist
100 1 expert-novice
100 1 knowledge transfer
100 1 self regulated learning
100 1 self-regulated learning
100 1 metacognition

**Critical theory
100 1 critical theor

**Developmental theory
100 1 developmental theor
100 1 adult learning theor
#pesquisando um pouco sobre
"agency" nesse contexto, percebi
que fazia mais sentido colocar
"agency theor" para o thesouro,
pois só "agency" possui muitas

```

referências a agências de financiamento.

100 1 agency theor
 100 1 model of domain learning
 100 1 identity
 #Para o modelo de Perry, fiz um agrupamento procurando apenas por "perry", que contribuiu parar tirar termos indesejados e pegar as grandes variações de aparição do termo.
 100 1 ^Perry\$
 100 1 ^perry model\$
 100 1 ^perry's model\$
 100 1 ^Perry scale\$
 100 1 ^perry scheme\$
 100 1 ^support Perry positions\$
 100 1 ^Perry's theory\$
 100 1 ^Perry's middle category\$
 100 1 ^perry's scheme\$
 100 1 ^Perry's general categories\$
 100 1 piaget

**Epistemology
 100 1 epistemolog

**Social cognitive theories
 100 1 social cognitive theor
 100 1 social learning theor
 100 1 activity theor
 100 1 cognitive apprenticeship
 100 1 community of practice
 100 1 social cognitive career

#Teams

**Interdisciplinary
 100 1 interdisciplinary team
 100 1 interdisciplinary group

**Mental models
 100 1 (mental model)
 100 1 ^mental model

**Multidisciplinary
 100 1 multidisciplinary team
 100 1 multi-disciplinary team
 100 1 multidisciplinary group
 100 1 multi-disciplinary group

**Self managing work teams
 100 1 self managing work team
 100 1 self-managing work team
 100 1 self managing team
 100 1 self-managing team
 100 1 self managing work group
 100 1 self-managing work group
 100 1 self managing group
 100 1 self-managing group

**Team dynamics
 100 1 team dynamic
 100 1 group dynamic
 100 1 nominal group technique
 100 1 team development
 100 1 group development
 100 1 team formation
 100 1 group formation
 100 1 team performance
 100 1 group performance
 100 1 team role
 100 1 group role

**Teamwork training
 100 1 teamwork training

**Transdisciplinary
 100 1 transdisciplinar

**Virtual teams
 100 1 virtual team
 100 1 virtual group
 100 1 distributed team
 100 1 distributed group

APÊNDICE D: CLASSIFICAÇÕES DAS INSTITUIÇÕES QUE PESQUISAM EE NAS CATEGORIAS ESTRATÉGICAS

Abaixo, seguem as tabelas para os termos dentro de cada uma das 14 categorias de primeira ordem da EERT, considerando apenas aqueles termos elencados na Através destes agrupamentos, fica evidente que há categorias que se destacam mais nos dois casos possíveis: os estudantes parecem discordar mais dos coordenadores no que diz respeito ao apoio estudantil (perguntas 40 — “Foram oferecidas oportunidades para os estudantes superarem dificuldades relacionadas ao processo de formação.” — e 60 — “O curso disponibilizou monitores ou tutores para auxiliar os estudantes.”). Ao verificar as médias dos estudantes e dos coordenadores na Tabela 5-11, é possível constatar que os estudantes em geral possuem uma visão mais negativa do que os coordenadores nesses aspectos. Isso sugere que os estudantes dos cursos de engenharia de materiais não se sentem amplamente amparados pelos seus respectivos cursos ou instituições. Comparativamente, estudos mostram que o acompanhamento de estudantes desmotivados, seja por profissionais ou mesmo por outros estudantes, levam a um melhor desempenho na universidade e alívio da angústia na vida acadêmica e pessoal ^{113, 114}.

Tabela 5-12. Para a construção de cada tabela, foram considerados apenas os artigos de cada instituição que eram contabilizados nesses termos. Para cada termo nos quadros, foi destacada a instituição com maior representatividade em tom de azul claro.

Tabela D-1: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMa na categoria Assessment da EERT

Instituições	Student assessment	Program evaluation
Purdue University	82	12
Pennsylvania State University	36	10
Arizona State University	35	7
Georgia Tech	23	8
Virginia Tech	20	8
Politecnica de Madrid	26	3

Instituições	Student assessment	Program evaluation
Texas A&M University	20	3
North Carolina State University	20	5
University of Michigan	18	2
Iowa State University	15	4

Tabela D-2: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Diversity da EERT

Instituições	Types of diversity	Diversity concerns
Purdue University	48	13
Virginia Tech	27	11
Pennsylvania State University	15	5
University of Colorado	14	5
Arizona State University	13	2
Texas A&M University	9	7
University of Florida	9	4
University of Michigan	9	3
University of Maryland	5	4
Iowa State University	3	2

Tabela D-3: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Educational Setting da EERT

Instituições	Learning environment	Engineering curriculum
Purdue University	96	56
Pennsylvania State University	54	33
Virginia Tech	52	26
Georgia Tech	39	30
Politecnica de Madrid	42	10
Arizona State University	32	26
Texas A&M University	33	24
University of Michigan	28	20
Oregon State University	30	19
MIT	23	16

Tabela D-4: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Educational Technology da EERT

Instituições	Learning technology	Computer-based instruction	Electronic communication
Purdue University	37	4	7
Pennsylvania State University	18	8	7
Arizona State University	18	10	2
Politecnica de Madrid	21	4	
Virginia Tech	11	5	2
Nanyang Technological University	6	5	3
Stevens Institute of Technology	10	6	1
Georgia Tech	9	2	1
Texas A&M University	10	1	1
Washington State University	5	3	2

Tabela D-5: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Instruction da EERT

Instituições	Faculty	Instructional methods	Instructional design	Institutional change
Purdue University	108	52	18	1
Pennsylvania State University	61	32	9	0
Virginia Tech	63	23	10	2
Politecnica de Madrid	42	37	7	0
Arizona State University	43	29	8	0
Texas A&M University	42	28	2	0
North Carolina State University	41	25	8	0
University of	38	18	6	4

Instituições	Faculty	Instructional methods	Instructional design	Institutional change
Michigan				
Georgia Tech	26	16	6	0
Stanford University	27	15	1	0

Tabela D-6: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Outcomes da EERT

Instituições	Communication	Innovation	Engagement	Ethics	Reflection	Entrepreneurship	Critical thinking	Intercultural competence
Purdue University	52	17	24	9	11	6	3	2
Virginia Tech	31	15	14	4	7	2	0	1
Pennsylvania State University	29	15	10	5	0	6	3	1
Politecnica de Madrid	18	13	5	3	4	1	0	0
Georgia Tech	20	12	4	2	2	4	0	0
Texas A&M University	17	8	7	3	2	1	3	0
University of Michigan	13	4	4	9	3	3	2	1
Arizona State University	15	7	7	2	5	1	0	1
North Carolina State University	19	2	4	1	2	1	0	0
MIT	10	9	5	2	3	1	0	0

Tabela D-7: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Professional Practice da EERT

Instituições	Engineering profession	Careers	Industry involvement
Purdue University	20	16	5
Virginia Tech	4	14	2
Pennsylvania State University	5	8	3
North Carolina State University	3	9	0
University of Colorado	4	7	2
Arizona State University	2	11	0
Politecnica de Madrid	4	6	1

Instituições	Engineering profession	Careers	Industry involvement
Northeastern University	5	6	5
University of Maryland	6	6	0

Tabela D-8: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Recruitment and Retention da EERT

Instituições	Retention	Recruitment	Preparation	Advising	Academic support	Student development
	Purdue University	29	13	11	6	2
Virginia Tech	17	8	7	3	2	6
Pennsylvania State University	13	4	4	5	2	1
Arizona State University	9	3	5	5	2	0
Texas A&M University	9	1	2	1	6	0
North Carolina State University	7	2	3	3	2	0
University of Michigan	7	4	5	3	0	2
Iowa State University	3	5	4	2	0	2
Stanford University	7	3	1	5	0	0
Politecnica de Madrid		3	2	5	3	1

Tabela D-9: Classificação das 10 principais instituições com pesquisa nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Related Fields da EERT

Instituições	Science	Mathematics
Purdue University	89	42
Virginia Tech	45	17
Pennsylvania State University	45	9
Arizona State University	40	13
Georgia Tech	37	10
MIT	37	8
North Carolina State University	34	13
Politecnica de Madrid	31	4
Carnegie Mellon University	28	7

Instituições	Science	Mathematics
Texas A&M University	27	9

Tabela D-10: Classificação das instituições com mais de uma publicação nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Theoretical Frameworks da EERT

Instituições	Developmental theory
Purdue University	14
Virginia Tech	13
University of Texas at Austin	2
North Carolina State University	2
Education Designs, Inc.	2
Pennsylvania State University	2
University of Illinois at Urbana-Champaign	2
University of Washington	2

Tabela D-11: Classificação das instituições com mais de uma publicação nos termos definidos como pertinentes à EMA na categoria Teams da EERT

Instituições	Team dynamics
Pennsylvania State University	3
Arizona State University	2

ANEXO A: ENGINEERING EDUCATION RESEARCH TAXONOMY

1. Assessment

- 1.a. Organizational assessment
- 1.b. Professional licensure
 - 1.b.i. Chartered engineer
 - 1.b.ii. Professional engineer
 - 1. Fundamentals of Engineering exam
- 1.c. Program evaluation
 - 1.c.i. Accreditation
 - 1. ABET
 - 2. Criteria
 - 1.c.ii. Advisory boards
 - 1.c.iii. Course assessment
 - 1.c.iv. External evaluation
 - 1.c.v. Multilevel program assessment
- 1.d. Student assessment
 - 1.d.i. Assessment tools
 - 1. Feedback
 - a. 360 degree
 - 2. Grades
 - a. Automated grading
 - b. Grading systems
 - c. Inflation
 - 3. Concept Inventory
 - 4. Portfolios
 - 5. Rubric
 - 6. Test format [syn: Exam format]
 - a. Multiple choice
 - b. Open ended tests
 - c. Practical examinations [syn: Clinical examinations]
 - d. Standardized
 - 1.d.ii. Knowledge gain
 - 1.d.iii. Knowledge retention
 - 1.d.iv. Performance
 - 1.d.v. Method
 - 1. Continuous
 - 2. Diagnostic
 - 3. Formative
 - 4. Peer review
 - 5. Outcomes based assessment
 - 6. Self assessment
 - 7. Summative
 - 1.d.vi. Setting
 - 1. Individual
 - 2. Group
 - 3. Online
 - 4. Workplace

2. Design

- 2.a. Design practice
 - 2.a.i. Ideation
 - 2.a.ii. Information gathering
 - 2.a.iii. Modeling
 - 1. Physical modeling
 - a. 3D modeling
 - b. Computer-aided design
 - c. Prototyping
 - i. Rapid prototyping
 - 2. Process modeling
 - a. Flowcharting
 - 2.a.iv. Needs analysis
 - 2.a.v. Problem definition
 - 2.a.vi. Product testing
- 2.b. Design projects
 - 2.b.i. Capstone projects [syn: Senior projects, Senior design]
 - 2.b.ii. Design competitions
 - 2.b.iii. Multidisciplinary design
- 2.c. Design process
 - 2.c.i. Human centered design [syn: User centered design]
 - 2.c.ii. Product archaeology [syn: Product dissection, Reverse engineering]
 - 2.c.iii. Product development
- 2.d. Design thinking

3. Diversity

- 3.a. Diversity concerns
 - 3.a.i. Bias
 - 3.a.ii. Discrimination
 - 3.a.iii. Equity
 - 3.a.iv. Inclusivity
 - 3.a.v. Multiculturalism
 - 3.a.vi. Student diversity
 - 3.a.vii. Underrepresentation [syn: Underrepresented students]
 - 3.a.viii. Workplace diversity
- 3.b. Types of diversity
 - 3.b.i. Gender
 - 1. Female [syn: Women, Girls]
 - 2. Male
 - 3. Transgender
 - 3.b.ii. Individual differences
 - 1. Learning styles
 - 2. Personality types
 - 3.b.iii. Nontraditional students
 - 1. Commuter students
 - 2. Part time students
 - 3. Transfer students
 - 4. Veterans
 - 3.b.iv. Race/Ethnicity
 - 3.b.v. Sexual orientation
 - 3.b.vi. Student background
 - 1. First generation
 - 2. International students
 - 3. Socioeconomic status
 - 3.b.vii. Students with disabilities

4. Educational level

- 4.a. Continuing education
- 4.b. Graduate education [syn: Postgraduate]
 - 4.b.i. Graduate
 - 1. Master's students
 - 2. PhD students [syn: Doctoral students]
 - 4.b.ii. Supervision
- 4.c. Higher education [syn: College, University]
- 4.d. P-12 [syn: P12, K-12, K12]
 - 4.d.i. Elementary school [syn: Primary school]
 - 4.d.ii. High school
 - 1. Advanced Placement courses
 - 2. Pre college preparation
 - 4.d.iii. Middle school
 - 4.d.iv. Preschool
 - 4.d.v. Pre-engineering
- 4.e. Postdoctoral studies
- 4.f. Undergraduate
 - 4.f.i. First year [syn: Freshmen, Freshman]
 - 1. First year curriculum
 - 2. First year experience
 - 4.f.ii. Junior
 - 4.f.iii. Senior
 - 4.f.iv. Sophomore

5. Educational setting

- 5.a. Engineering curriculum
- 5.b. Engineering fields
 - 5.b.i. Aerospace engineering
 - 5.b.ii. Architectural engineering
 - 5.b.iii. Biomedical engineering
 - 5.b.iv. Chemical engineering
 - 5.b.v. Civil engineering
 - 5.b.vi. Computer engineering
 - 5.b.vii. Computer science
 - 5.b.viii. Construction engineering
 - 5.b.ix. Electrical engineering
 - 5.b.x. Engineering technology
 - 5.b.xi. Environmental engineering
 - 5.b.xii. Information technology
 - 1. Green engineering
 - 2. Sustainability
 - 5.b.xiii. Industrial engineering
 - 5.b.xiv. Manufacturing
 - 5.b.xv. Materials science and engineering
 - 5.b.xvi. Mechanical engineering
 - 5.b.xvii. Ocean engineering [syn: Marine engineering]
 - 5.b.xviii. Nuclear engineering
- 5.c. Informal learning [syn: Outreach]
- 5.d. Institution type
 - 5.d.i. Baccalaureate institutions
 - 5.d.ii. Community colleges
 - 5.d.iii. Doctoral institutions
 - 5.d.iv. Hispanic serving institutions (HSIs)
 - 5.d.v. Historically black colleges/universities (HBCUs)
 - 5.d.vi. Master's institutions
 - 5.d.vii. Single gender campuses
 - 5.d.viii. Technical colleges
 - 5.d.ix. Tribal colleges
- 5.e. Learning environment
 - 5.e.i. Classroom
 - 5.e.ii. Co-curricular
 - 5.e.iii. Extracurricular
 - 5.e.iv. Honors programs
 - 5.e.v. International programs
 - 5.e.vi. Laboratory
 - 5.e.vii. Learning communities
 - 5.e.viii. Studio
 - 5.e.ix. Undergraduate research

6. Educational technology [syn: E-learning]

- 6.a. Computer-based instruction [syn: Internet-based instruction]
 - 6.a.i. Games
 - 6.a.ii. Educational software
- 6.b. Electronic communication
 - 6.b.i. Blog
 - 6.b.ii. Email
 - 6.b.iii. Groupware
 - 6.b.iv. Instant messaging
 - 6.b.v. Online discussions
 - 1. Web discussions [syn: Chat]
 - 2. Wikis
 - 6.b.vi. Online repositories
 - 6.b.vii. Social media
 - 6.b.viii. Streaming Media
 - 1. Streaming audio [syn: Podcast]
 - 2. Streaming video
- 6.c. Learning technology
 - 6.c.i. Adaptive computer learning
 - 6.c.ii. Learning management systems
 - 6.c.iii. Personal response system [syn: Clicker]
 - 6.c.iv. Simulation
 - 6.c.v. Mobile applications
 - 6.c.vi. Pen and touch devices
 - 6.c.vii. Virtual reality
- 6.d. Learning modality
 - 6.d.i. Blended learning
 - 6.d.ii. Distance learning
 - 1. Asynchronous
 - 2. Massive Open Online Classes (MOOCs)
 - 3. Synchronous
 - 6.d.iii. Remote laboratory [syn: Virtual laboratory]

7. Instruction

- 7.a. Conceptual learning [syn: Conceptual change]
 - 7.a.i. Concept inventories
 - 7.a.ii. Concept maps
 - 7.a.iii. Misconceptions
 - 7.a.iv. Preconceptions
 - 7.a.v. Threshold concepts
- 7.b. Faculty [syn: Instructors]
 - 7.b.i. Faculty attitudes
 - 7.b.ii. Faculty development [syn: Educational development]
 - 1. Pedagogical content knowledge
 - 2. Reflective practice
 - 3. Teaching skills
 - 7.b.iii. Instructional role
 - 1. Adjunct
 - 2. Advisor
 - 3. Graduate teaching assistant
 - 4. Instructor
 - 5. Peer teaching assistant
 - 7.b.iv. Teaching philosophies
 - 7.b.v. Team teaching
- 7.c. Institutional change [syn: Institutional transformation, Organizational change]
 - 7.c.i. Evidence-based practice
 - 7.c.ii. Institutional culture
 - 7.c.iii. Instructional change
 - 7.c.iv. Research to practice
 - 1. Adoption
 - 2. Diffusion
 - 3. Dissemination
 - 7.c.v. Theories of change
- 7.d. Instructional design
 - 7.d.i. Alignment
 - 7.d.ii. Bloom's taxonomy
 - 7.d.iii. Course design
 - 7.d.iv. Backwards design
 - 7.d.v. Learning objectives
- 7.e. Instructional methods [syn: Pedagogy]
 - 7.e.i. Active learning
 - 1. Experiential learning
 - 2. Inquiry based learning
 - 3. Peer instruction
 - 4. Challenge based instruction
 - 7.e.ii. Critical pedagogy
 - 7.e.iii. Flipped classroom
 - 7.e.iv. Lecture
 - 7.e.v. Model-eliciting activities
 - 7.e.vi. Mutual learning models
 - 1. Collaborative learning
 - 2. Cooperative learning
 - 3. Team based learning
 - 7.e.vii. Problem based learning
 - 7.e.viii. Project based learning
 - 7.e.ix. Service learning
- 7.f. Teaching evaluations

8. Outcomes

- 8.a. Communication
 - 8.a.i. Audiences
 - 8.a.ii. Communication skills
 - 1. Nonverbal
 - 2. Verbal
 - a. Listening
 - b. Oral presentations
 - c. Speaking
 - 3. Visual communication
 - a. Engineering graphics
 - b. Illustrations
 - 4. Visualization [syn: Spatial skills]
 - 5. Written communication
 - a. Argumentation
 - b. Reading
 - c. Writing
 - 8.a.iii. Foreign languages
 - 8.a.iv. Technical communication
- 8.b. Competence
- 8.c. Computing skills [syn: Computing knowledge]
- 8.d. Creativity
- 8.e. Critical thinking
- 8.f. Engagement
- 8.g. Engineering standards
- 8.h. Entrepreneurship
- 8.i. Ethics
 - 8.i.i. Academic dishonesty [syn: Academic integrity]
 - 1. Plagiarism
 - 8.i.ii. Social justice
 - 8.i.iii. Social responsibility
- 8.j. Information literacy [syn: Information fluency]
- 8.k. Innovation
- 8.l. Intercultural competence [syn: Global]
 - 8.l.i. Cultural schemas
- 8.m. Leadership
- 8.n. Lifelong learning
- 8.o. Problem solving
- 8.p. Professional skills [syn: Soft skills]
- 8.q. Scientific literacy
- 8.r. Student perception
- 8.s. Student experience
- 8.t. Teamwork [syn: Team skills]
- 8.u. Reflection
 - 8.u.i. Critical reflection
- 8.v. Systems thinking

9. Professional practice

- 9.a. Careers
 - 9.a.i. Career choice
 - 9.a.ii. Career paths
- 9.b. Engineering profession
 - 9.b.i. Employers
 - 9.b.ii. Employment
 - 9.b.iii. Workplace culture
- 9.c. Engineering management
- 9.d. Industry involvement
 - 9.d.i. Cooperative education
 - 9.d.ii. Industry sponsorship
 - 9.d.iii. Internships

10. Recruitment and retention

- 10.a. Academic support
 - 10.a.i. Supplemental instruction
 - 10.a.ii. Tutoring
- 10.b. Achievement
- 10.c. Advising
 - 10.c.i. Academic advising
 - 10.c.ii. Coaching
 - 10.c.iii. Mentoring
 - 1. Peer mentoring
- 10.d. Preparation
- 10.e. Recruitment
 - 10.e.i. Engineering recruitment
 - 1. Engineering pathways [syn: Engineering pipeline]
 - 10.e.ii. Matriculation
 - 10.e.iii. Enrollment
- 10.f. Retention
 - 10.f.i. Attrition
 - 10.f.ii. Persistence
 - 10.f.iii. Retention rate
 - 10.f.iv. Scholarships
 - 10.f.v. Time to degree
- 10.g. Study behaviors
 - 10.g.i. Study groups
 - 10.g.ii. Time management
- 10.h. Student development
 - 10.h.i. Absenteeism
 - 10.h.ii. Mental health
 - 1. Test anxiety
 - 2. Depression
 - 3. Stress
 - 10.h.iii. Physical health

11. Related fields

- 11.a. Engineering economics
 - 11.a.i. Employability
 - 1. Industry demand
- 11.b. Education policy
 - 11.b.i. Bologna process
 - 11.b.ii. Common core state standards
- 11.c. Mathematics
 - 11.c.i. Calculus
 - 11.c.ii. Complex numbers
 - 11.c.iii. Differential equations
 - 11.c.iv. Engineering mathematics
 - 11.c.v. Graphing
 - 11.c.vi. Linear algebra
 - 11.c.vii. Pre-calculus
 - 11.c.viii. Probability theory
 - 11.c.ix. Statistics
- 11.d. Philosophy of engineering education
- 11.e. Science
 - 11.e.i. Biology
 - 11.e.ii. Chemistry
 - 11.e.iii. Geoscience
 - 11.e.iv. Life science
 - 11.e.v. Physical science
 - 11.e.vi. Physics
 - 11.e.vii. Technology applications
- 11.f. STEM
- 11.g. Technology studies

12. Research approaches

- 12.a. Data collection
 - 12.a.i. Analytics
 - 12.a.ii. Focus groups
 - 12.a.iii. Interviews
 - 12.a.iv. Observations
 - 12.a.v. Multi-institution
 - 12.a.vi. Survey
- 12.b. Research ethics
 - 12.b.i. Ethical treatment of subjects
 - 12.b.ii. Professional research ethics
- 12.c. Research evaluation criteria
 - 12.c.i. Credibility
 - 12.c.ii. Dependability
 - 12.c.iii. Generalizability
 - 12.c.iv. Reliability
 - 12.c.v. Transferability
 - 12.c.vi. Trustworthiness
 - 12.c.vii. Validity
- 12.d. Research methods
 - 12.d.i. Action research
 - 12.d.ii. Design-based research
 - 12.d.iii. Mixed methods research
 - 12.d.iv. Qualitative
 - 1. Case Study
 - 2. Content analysis
 - a. Discourse analysis
 - b. Document analysis
 - 3. Ethnography
 - 4. Grounded theory
 - 5. Narrative inquiry
 - 6. Phenomenology
 - 7. Phenomenography
 - 8. Photoelicitation
 - 12.d.v. Quantitative
 - 1. Data correlation
 - 2. Descriptive statistics
 - 3. Experimental research
 - 4. Factor analysis
 - 5. Inferential statistics
 - 6. Psychometric analysis
 - 7. Regression
 - 8. Structural equation modeling
 - 12.d.vi. Systematic review
 - 1. Meta-analysis

13. Theoretical frameworks

- 13.a. Affective theories
 - 13.a.i. Emotional learning
 - 13.a.ii. Motivation
 - 1. Achievement goal orientation theory [syn: Deep learning, Mastery learning]
 - 2. Attribution theory
 - 3. Behavior theory [syn: Behaviorism]
 - 4. Expectancy Value theory
 - 5. Self-determination theory
 - 13.a.iii. Self efficacy
- 13.b. Cognitive theories
 - 13.b.i. Constructivist
 - 1. Expert-novice
 - 13.b.ii. Knowledge transfer
 - 13.b.iii. Self regulated learning
 - 1. Metacognition
- 13.c. Critical theory
- 13.d. Developmental theory
 - 13.d.i. Adult learning theory
 - 13.d.ii. Agency
 - 13.d.iii. Model of domain learning
 - 13.d.iv. Identity
 - 13.d.v. Perry's model of intellectual development
 - 13.d.vi. Piaget's theory of cognitive development
- 13.e. Epistemology
- 13.f. Social cognitive theories [syn: Social learning theory]
 - 13.f.i. Activity theory
 - 13.f.ii. Cognitive apprenticeship
 - 13.f.iii. Community of practice
 - 13.f.iv. Social cognitive career theory

14. Teams [syn: Groups]

- 14.a. Interdisciplinary
- 14.b. Mental models
- 14.c. Multidisciplinary
- 14.d. Self managing work teams
- 14.e. Team dynamics
 - 14.e.i. Nominal group technique
 - 14.e.ii. Team development [syn: Group development]
 - 14.e.iii. Team formation
 - 14.e.iv. Team performance
 - 14.e.v. Team roles
- 14.f. Teamwork training
- 14.g. Transdisciplinary
- 14.h. Virtual teams [syn: Distributed]

[“Engineering Education Research Taxonomy ver. 1.1”](#), criada por [Maura Borrego](#) e [Cynthia J. Finelli](#), é licenciada sob os termos [CC BY-SA 4.0](#).